



República Federativa do Brasil

Ministério do Desenvolvimento, Indústria,
Comércio e Serviços

Instituto Nacional da Propriedade Industrial

(11) BR 112018005005-9 B1

(22) Data do Depósito: 14/09/2016

(45) Data de Concessão: 16/01/2024

(54) Título: DIAFRAGMA DE TRANSDUTOR DE ÁUDIO E TRANSDUTOR DE ÁUDIO COMPREENDENDO O MESMO

(51) Int.Cl.: H04R 7/04; H04R 7/24; H04R 9/00; H04R 7/00.

(30) Prioridade Unionista: 14/09/2015 NZ 712255; 14/09/2015 NZ 712256.

(73) Titular(es): WING ACOUSTICS LIMITED.

(72) Inventor(es): DAVID PALMER; MICHAEL PALMER.

(86) Pedido PCT: PCT IB2016055472 de 14/09/2016

(87) Publicação PCT: WO 2017/046716 de 23/03/2017

(85) Data do Início da Fase Nacional: 13/03/2018

(57) Resumo: MELHORIAS EM OU EM RELAÇÃO A TRANSDUTORES DE ÁUDIO. A invenção se refere a transdutores de áudio, tais como alto-falante, microfones e semelhantes, e inclui melhorias em ou relacionadas a: estruturas e montagens de diafragma do transdutor de áudio, sistemas de montagem do transdutor de áudio; sistemas de suspensão do diafragma do transdutor de áudio, dispositivos de áudio pessoais que incorporam o mesmo e qualquer combinação dos mesmos. As modalidades da invenção incluem transdutores de ação linear e de ação rotacional. Para ambos os tipos de transdutor, construções de diafragma rígidas e compostas e projetos da periferia do diafragma sem suporte são descritos. Sistemas e métodos para montar o transdutor a um alojamento, tal como um invólucro ou defletor também são descritos. Além disso, sistemas de dobradiça incluindo: sistemas de dobradiça de contato rígido e sistemas de dobradiça flexíveis também são divulgados para várias modalidades de transdutor de ação rotacional. Várias aplicações e implementações são descritas e previstas para as modalidades de transdutor de áudio, incluindo, por exemplo, dispositivos de áudio pessoais, tais como headphones, fones de ouvido e semelhantes.

**DIAFRAGMA DE TRANSDUTOR DE ÁUDIO E TRANSDUTOR DE ÁUDIO
COMPREENDENDO O MESMO
CAMPO DA INVENÇÃO**

[0001] A presente invenção se refere a tecnologias de transdutores de áudio, tais como alto-falante, microfones e semelhantes, e inclui melhorias em ou relacionadas a: estruturas e montagens de diafragma do transdutor de áudio, sistemas de montagem do transdutor de áudio; sistemas de suspensão do diafragma do transdutor de áudio, e/ou dispositivos de áudio pessoais que incorporam o mesmo.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

[0002] Alto-falantes são um tipo de transdutor de áudio que geram som através da oscilação de um diafragma usando um mecanismo de atuação que pode ser eletromagnético, eletrostático, piezoelétrico ou qualquer outro conjunto móvel conhecido na técnica. O alto-falante está geralmente contido dentro de um alojamento. Em alto-falantes convencionais, o diafragma é um componente de membrana flexível acoplado a um alojamento rígido. Alto-falantes, portanto, formam sistemas ressonantes onde o diafragma é susceptível a ressonância mecânica indesejável (também conhecida como ruptura do diafragma) em certas frequências durante a operação. Isso afeta o desempenho do alto-falante.

[0003] Um exemplo de um alto-falante convencional é mostrado nas figuras J1d e J1. O alto-falante compreende um conjunto de diafragma montado por um sistema de suspensão de diafragma a uma estrutura de base do transdutor. A estrutura de base do transdutor compreende uma carcaça J113, ímã J116, peça polar dianteira J118, e peça polar traseira J117. O conjunto de diafragma compreende um diafragma de membrana fina, um formador de bobina J114 e um enrolamento de bobina J115. O diafragma compreende cone J101 e domo J120. O sistema de suspensão de diafragma compreende um envoltório de borracha flexível J105 e uma aranha J119. O mecanismo de transdução compreende um componente de

geração de força que é o enrolamento de bobina contido dentro de um circuito magnético. O mecanismo de transdução também compreende o ímã J116, peça polar dianteira J118 e peça polar traseira J117 que direciona o circuito magnético através da bobina. Quando um sinal de áudio elétrico é aplicado à bobina, uma força é gerada na bobina, e uma força de reação é aplicada à estrutura de base.

[0004] O alto-falante é montado a um alojamento J102 através de um sistema de montagem que consiste em múltiplas arruelas J111 e buchas J107 feitas de borracha natural flexível. Múltiplas cavilhas de aço J106, porcas J109 e arruelas J108 são usadas para prender o alto-falante. Há uma separação J112 entre a carcaça J113 e o alojamento J102 e a configuração é tal que o sistema de montagem é a única conexão entre o alojamento J102 e o alto-falante. Nesse exemplo, o diafragma se move de uma maneira substancialmente linear, para trás e para frente na direção do eixo do diafragma em formato de cone, e sem o componente rotacional significativo.

[0005] Como mencionado, o diafragma flexível acoplado ao alojamento rígido J102 por meio do sistema de suspensão e montagem, forma um sistema ressonante, onde o diafragma é susceptível a ressonâncias indesejáveis ao longo da faixa de frequência de operação do alto-falante. Além disso, outras partes do alto-falante, incluindo os sistemas de suspensão e montagem do diafragma e até mesmo o alojamento podem sofrer de ressonâncias mecânicas que podem afetar prejudicialmente a qualidade do som do alto-falante. Sistemas de alto-falante do estado da técnica, assim, tentaram minimizar os efeitos de ressonância mecânica através do emprego de uma ou mais técnicas de amortecimento dentro do sistema de alto-falante. Tais técnicas compreendem, por exemplo, a correspondência de impedância do diafragma em relação a um envoltório do diafragma de borracha membrana e/ou a modificação do projeto do diafragma, incluindo o formato, material e/ou construção do diafragma.

[0006] Muitos microfones têm a mesma construção básica que alto-falantes. Eles operam em sentido inverso transduzindo ondas de som em um sinal elétrico. Para fazê-lo, microfones usam pressão do som no ar para mover um diafragma, e converter esse movimento em um sinal de áudio elétrico. Os microfones, portanto, têm construções semelhantes às daquelas de alto-falantes e sofrem de alguns problemas de projeto equivalentes, incluindo ressonâncias mecânicas do diafragma, do envoltório do diafragma e outras partes do transdutor, e até mesmo o alojamento dentro do qual o transdutor é montado. Essas ressonâncias podem afetar prejudicialmente a qualidade de transdução.

[0007] Radiadores passivos também têm a mesma construção básica que alto-falantes, exceto que eles não têm um mecanismo de transdução. Eles, portanto, sofrem de alguns problemas de projeto equivalentes, criando ressonâncias mecânicas que podem, todas, afetar prejudicialmente a operação.

[0008] Outro tipo de driver de áudio que é menos convencional é de alto-falante de ação rotacional. As patentes US5317642 e US8085955 e a patente GB325543 divulgam esse tipo de alto-falante. Esses alto-falantes podem ser projetados de modo que o diafragma fique livre de conexão com a estrutura ou o quadro ao redor. Esse projeto pode ajudar a aliviar os problemas de ressonância associados à suspensão do diafragma, conforme exibido nos alto-falantes convencionais. Há também a possibilidade de projetar os drivers para que sejam mais compactos. Por exemplo, a patente dos US7302068 mostra um alto-falante rotacional implementado em um dispositivo móvel. No entanto, esses alto-falantes ainda podem sofrer dos mesmos problemas de ressonância do diafragma ou de problemas semelhantes aos mencionados acima em relação aos alto-falantes convencionais.

[0009] É um objetivo da presente invenção prover melhorias em ou relacionadas a transdutores de áudio que funcionam de alguma forma

no sentido de resolver alguns dos problemas de ressonância mencionados acima, ou pelo menos prover ao público uma escolha útil.

RESUMO DA INVENÇÃO

[0010] Em um aspecto, pode-se dizer que a invenção consiste em um diafragma do transdutor de áudio compreendendo:

um corpo do diafragma com uma ou mais faces principais,

um reforço de estresse normal acoplado ao corpo, o reforço de estresse normal estando acoplado adjacente a pelo menos uma das ditas faces principais para resistir a estresses de compressão-tensão sofridos em ou adjacentes à face do corpo durante a operação, e

pelo menos um membro de reforço interno incorporado dentro do corpo e orientado em um ângulo em relação a pelo menos uma de ditas faces principais para resistir e/ou substancialmente mitigar a deformação por cisalhamento sofrida pelo corpo durante a operação.

[0011] Preferencialmente cada um dos pelo menos um membro de reforço interno é separado do e acoplado ao corpo do diafragma para prover resistência à deformação por cisalhamento no plano do reforço de estresse separado de qualquer resistência a cisalhamento provida pelo corpo.

[0012] Preferencialmente, cada membro de reforço interno se estende dentro do corpo do diafragma substancialmente ortogonal a um plano coronal do corpo do diafragma.

[0013] Preferencialmente, cada membro de reforço interno se estende substancialmente em direção a e dentro de uma ou mais regiões periféricas do corpo do diafragma que são as mais distais de uma localização do centro de massa do diafragma.

[0014] Preferencialmente, o diafragma compreende uma pluralidade de membros de reforço interno. Preferencialmente, cada membro de reforço interno é formado a partir de um material com um módulo específico de pelo menos aproximadamente 8 MPa/(kg/m³).

Preferencialmente, cada membro de reforço interno é formado a partir de um material com um módulo específico de pelo menos aproximadamente 20 MPa/(kg/m³).

[0015] Cada membro de reforço interno ou ambos pode ser formado a partir de alumínio ou de um plástico reforçado com fibra de carbono, por exemplo.

[0016] Em outro aspecto, pode-se dizer geralmente que a invenção consiste em um transdutor de áudio compreendendo:

um diafragma como definido no aspecto anterior e seus recursos relacionados que é configurado para se mover durante a operação;

um mecanismo de transdução acoplado operativamente ao diafragma e operativo em associação com o movimento do diafragma;

um alojamento compreendendo um invólucro ou defletor para acomodar o diafragma nele ou entre ele; e

em que o diafragma compreende uma periferia externa com uma ou mais regiões periféricas externas que são livres de conexão física com o alojamento.

[0017] Preferencialmente, a periferia externa está significativamente livre de conexão física de forma tal que a uma ou mais regiões periféricas constituem pelo menos 20%, ou mais preferencialmente pelo menos 30% de um comprimento ou perímetro da periferia. Mais preferencialmente, a periferia externa está substancialmente livre de conexão física de forma tal que a uma ou mais regiões periféricas constituem pelo menos 50%, ou mais preferencialmente pelo menos 80% de um comprimento ou perímetro da periferia. Mais preferencialmente, a periferia externa está aproximadamente inteiramente livre de conexão física, de forma tal que a uma ou mais regiões periféricas constituem aproximadamente um comprimento ou perímetro inteiro da periferia.

[0018] Em outro aspecto, pode-se dizer geralmente que a invenção consiste em um transdutor de áudio compreendendo:

um diafragma como definido em qualquer um dos aspectos anteriores e seus recursos relacionados, que é configurado para se mover durante a operação; e

um alojamento compreendendo um invólucro ou defletor para acomodar o diafragma nele ou entre ele.

[0019] Em outro aspecto, pode-se dizer geralmente que a invenção consiste em um transdutor de áudio compreendendo:

um diafragma com:

um corpo do diafragma com uma ou mais faces principais, e

reforço de estresse normal acoplado ao corpo, o reforço de estresse normal estando acoplado adjacente a pelo menos uma das ditas faces principais para resistir a estresses de compressão-tensão sofridos pelo corpo durante a operação; e

uma distribuição de massa associada ao corpo do diafragma ou uma distribuição de massa associada ao reforço de estresse normal, ou ambos, é tal que o diafragma compreende uma massa relativamente menor em uma ou mais regiões de pequena massa do diafragma em relação à massa em uma ou mais regiões do diafragma de massa relativamente grande; e

um alojamento compreendendo um invólucro e/ou defletor para acomodar o diafragma nele ou entre ele; e

em que o diafragma compreende uma periferia que é pelo menos parcialmente livre de conexão física com um interior do alojamento.

[0020] As afirmações a seguir se aplicam a qualquer um dos aspectos anteriores.

[0021] Preferencialmente, o diafragma compreende uma ou mais regiões periféricas que são livres de conexão física com o interior do alojamento. Preferencialmente, a periferia externa está significativamente livre de conexão física de forma tal que uma ou mais regiões periféricas constituem pelo menos 20%, ou mais preferencialmente pelo menos 30% de um comprimento ou perímetro da periferia. Mais preferencialmente, a

periferia externa está substancialmente livre de conexão física de forma tal que a uma ou mais regiões periféricas constituem pelo menos 50%, ou mais preferencialmente pelo menos 80% de um comprimento ou perímetro da periferia. Mais preferencialmente a periferia externa está aproximadamente completamente livre de conexão física, de forma tal que a uma ou mais regiões periféricas constituem aproximadamente um comprimento ou perímetro total da periferia.

[0022] Em algumas modalidades, uma lacuna de ar relativamente pequena separa a uma ou mais regiões periféricas do diafragma do interior do alojamento.

[0023] Em algumas modalidades, o transdutor contém fluido ferromagnético entre a uma ou mais regiões periféricas do diafragma e o interior do alojamento.

[0024] Preferencialmente, o fluido ferromagnético provê suporte significativo para o diafragma na direção do plano coronal do diafragma.

[0025] Preferencialmente, o transdutor compreende adicionalmente um mecanismo de transdução acoplado operativamente ao diafragma e operativo em associação com o movimento do diafragma.

[0026] As afirmações a seguir se aplicam a qualquer um ou mais dos aspectos anteriores.

[0027] Preferencialmente, o corpo do diafragma é formado a partir de um material de núcleo. Preferencialmente, o material de núcleo compreende uma estrutura interconectada que varia em três dimensões. O material de núcleo pode ser uma espuma ou um material estruturado em treliça tridimensional ordenado. O material de núcleo pode compreender um material composto. Preferencialmente, o material de núcleo é espuma de poliestireno expandida. Materiais alternativos incluem espuma de polimetil metacrilamida, espuma de cloreto de polivinila, espuma de poliuretano, espuma de polietileno, espuma de Aerogel, papelão corrugado, madeira balsa, espumas sintáticas, microrredes de metal e favos de mel.

[0028] Preferencialmente, o corpo do diafragma em isolamento do reforço tem uma densidade relativamente baixa, menos de 100 kg/m^3 . Mais preferencialmente, a densidade é menor do que 50 kg/m^3 , até mesmo mais preferencialmente, a densidade é menor do que 35 kg/m^3 , e mais preferencialmente, a densidade é menor do que 20 kg/m^3 .

[0029] Preferencialmente, o corpo do diafragma em isolamento do reforço tem um módulo específico relativamente alto, maior do que $0,2 \text{ MPa}/(\text{kg/m}^3)$. Mais preferencialmente, o módulo específico é maior do que $0,4 \text{ MPa}/(\text{kg/m}^3)$.

[0030] Preferencialmente, o reforço de estresse normal compreende um ou mais membros de reforço de estresse normal, cada um acoplado adjacente a uma de ditas faces principais do corpo.

[0031] Preferencialmente, cada membro de reforço de estresse normal compreende uma ou mais escoras alongadas acopladas ao longo de uma face principal correspondente do corpo do diafragma.

[0032] Mais preferencialmente, cada escora compreende uma espessura maior do que $1/60$ de sua largura.

[0033] Preferencialmente, as escoras são interconectadas e se estendem ao longo de uma porção substancial da face associada do corpo do diafragma.

[0034] Preferencialmente, o um ou mais membros de reforço de estresse normal é(são) anisotrópicos e exibem uma dureza em alguma direção que é pelo menos o dobro da dureza em outras direções substancialmente ortogonais.

[0035] Preferencialmente, o diafragma compreende pelo menos dois membros de reforço de estresse normal acoplados em ou adjacentes a faces principais opostas do corpo do diafragma.

[0036] Preferencialmente, o diafragma compreende primeiro e segundo membros de reforço em faces principais opostas do corpo do diafragma e em que o primeiro e o segundo membros de reforço formam

um reforço triangular que suporta o corpo do diafragma contra deslocamentos em uma direção substancialmente perpendicular ao plano coronal do corpo do diafragma.

[0037] Preferencialmente, cada membro de reforço de estresse normal é formado a partir de um material com um módulo específico de pelo menos aproximadamente 8 MPa/(kg/m³). Preferencialmente, cada membro de reforço de estresse normal é formado a partir de um material com um módulo específico de pelo menos aproximadamente 20 MPa/(kg/m³). Preferencialmente, cada membro de reforço de estresse normal é formado a partir de um material com um módulo específico de pelo menos aproximadamente 100 MPa/(kg/m³).

[0038] O reforço de estresse normal pode ser formado a partir de alumínio ou de um plástico reforçado com fibra de carbono, por exemplo.

[0039] Preferencialmente, o corpo do diafragma é substancialmente grosso.

[0040] Por exemplo, o corpo do diafragma pode compreender uma espessura máxima que é pelo menos cerca de 11% de um comprimento máximo do corpo. Mais preferencialmente a espessura máxima é pelo menos cerca de 14% da dimensão de comprimento máxima do corpo.

[0041] Preferencialmente, em relação a um raio do diafragma a partir do centro de massa exibido pelo diafragma até uma periferia mais distal do corpo do diafragma, a espessura do diafragma é pelo menos 15% do raio do diafragma, ou mais preferencialmente é pelo menos cerca de 20% do raio.

[0042] Preferencialmente, uma distribuição de massa associada ao corpo do diafragma ou uma distribuição de massa associada ao reforço de estresse normal, ou ambos, é tal que o diafragma compreende uma massa relativamente menor em uma ou mais regiões de pequena massa do

diafragma em relação à massa em uma ou mais regiões de massa relativamente grande do diafragma.

[0043] Preferencialmente, a uma ou mais regiões de pequena massa são regiões periféricas distais a partir de uma localização do centro de massa do diafragma e a uma ou mais regiões de grande massa estão em ou próximas à localização do centro de massa.

[0044] Preferencialmente, a uma ou mais regiões de pequena massa são regiões periféricas mais distais da localização do centro de massa.

[0045] Em algumas modalidades, as regiões de pequena massa estão em uma extremidade do diafragma e as regiões de grande massa estão em uma extremidade oposta.

[0046] Em modalidades alternativas, as regiões de pequena massa são distribuídas substancialmente em torno de toda uma periferia externa do diafragma e as regiões de grande massa são uma região central do diafragma.

[0047] Em algumas modalidades, uma distribuição de massa do reforço de estresse normal é tal que uma quantidade de massa relativamente menor está localizada em uma ou mais regiões de pequena massa.

[0048] Preferencialmente, as regiões de pequena massa são destituídas de qualquer reforço de estresse normal.

[0049] Preferencialmente, pelo menos 10 por cento de uma área superficial total de uma ou mais regiões periféricas são destituídos de reforço de estresse normal.

[0050] Preferencialmente, o reforço de estresse normal compreende uma placa de reforço associada a cada face principal do corpo, e em que cada placa de reforço compreende um ou mais recessos na uma ou mais regiões de pequena massa.

[0051] Em algumas modalidades, uma distribuição de massa do corpo do diafragma é tal que o corpo do diafragma compreende uma massa relativamente menor na uma ou mais regiões de pequena massa.

[0052] Preferencialmente, uma espessura do corpo do diafragma é reduzida por afilamento em direção a uma ou mais regiões de baixa massa, preferencialmente a partir da localização do centro de massa.

[0053] Preferencialmente, a uma ou mais regiões de pequena massa se localiza em ou além de um raio centrado em torno da localização do centro de massa do diafragma que é 50 por cento de uma distância total da localização do centro de massa até uma periferia mais distal do diafragma.

[0054] Preferencialmente, a uma ou mais regiões de pequena massa se localiza em ou além de um raio centrado em torno da localização do centro de massa do diafragma que é 80 por cento de uma distância total da localização do centro de massa até uma periferia mais distal do diafragma.

[0055] Preferencialmente, uma espessura do corpo do diafragma se reduz do eixo de rotação até a extremidade terminal oposta do corpo do diafragma.

[0056] Preferencialmente, não há nenhum suporte e/ou nenhum reforço normal semelhante anexado fora dos lados do corpo do diafragma.

[0057] Preferencialmente, não há nenhum suporte e/ou reforço normal semelhante anexado a uma face terminal do corpo do diafragma.

[0058] Em algumas modalidades, os membros de reforço de estresse normal se estendem substancialmente longitudinalmente ao longo de uma porção substancial de todo um comprimento do corpo do diafragma em ou diretamente adjacente a cada face principal do corpo do diafragma.

[0059] Preferencialmente, o reforço de estresse normal em uma face se estende até a extremidade terminal do corpo do diafragma e se

conecta ao reforço de estresse normal em uma face principal oposta do corpo do diafragma.

[0060] O reforço de estresse normal pode ser acoplado externo ao corpo e sobre pelo menos uma face principal, ou, alternativamente, dentro do corpo, diretamente adjacente e substancialmente próximo a pelo menos uma face principal de modo a suficientemente resistir a estresses de compressão-tensão durante a operação.

[0061] Preferencialmente, o reforço de estresse normal é orientado aproximadamente paralelo em relação a pelo menos uma face principal.

[0062] Preferencialmente, o reforço de estresse normal é composto por um material que tem densidade substancialmente maior do que a densidade do corpo. Preferencialmente, o material do reforço de estresse normal tem pelo menos 5 vezes a densidade do corpo. Mais preferencialmente, o material do reforço de estresse normal tem pelo menos 10 vezes a densidade do corpo. Até mesmo mais preferencialmente, o material do reforço de estresse normal tem pelo menos 15 vezes a densidade do corpo. Ainda mais preferencialmente, o material do reforço de estresse normal tem pelo menos 50 vezes a densidade do corpo. Mais preferencialmente, o material do reforço de estresse normal tem pelo menos 75 vezes a densidade do corpo.

[0063] Preferencialmente, o corpo do diafragma compreende pelo menos uma face principal substancialmente suave, e o reforço de estresse normal compreende pelo menos um membro de reforço que se estende ao longo de uma de ditas faces principais substancialmente suaves. Preferencialmente, o pelo menos um membro de reforço se estende ao longo de uma porção substancial ou completa da(s) face(s) principal(is) correspondente(s). A face principal suave pode ser uma face plana ou, alternativamente, uma face suave curva (que se estende em três dimensões).

[0064] Em algumas modalidades, cada membro de reforço de estresse normal compreende uma ou mais placas de reforço substancialmente suaves com um perfil correspondente à face principal associada e configuradas para se acoplarem sobre ou diretamente adjacentes à face principal associada do corpo do diafragma.

[0065] Na mesma modalidade ou em modalidades alternativas, cada membro de reforço de estresse normal compreende uma ou mais escoras alongadas acopladas ao longo de uma face principal correspondente do corpo do diafragma. Preferencialmente, uma ou mais escoras se estendem substancialmente longitudinalmente ao longo da face principal. Preferencialmente, cada membro de reforço de estresse normal compreende uma pluralidade de escoras espaçadas que se estendem substancialmente longitudinalmente ao longo da face principal correspondente. Alternativamente ou adicionalmente, cada membro de reforço de estresse normal compreende uma ou mais escoras que se estendem em um ângulo em relação ao eixo longitudinal da face principal correspondente. O membro de reforço de estresse normal pode compreender uma rede de escoras relativamente angulares que se estendem ao longo de uma porção substancial da face principal correspondente.

[0066] Preferencialmente, o reforço de estresse normal compreende um par de membros de reforço respectivamente acoplados a ou diretamente adjacentes a um par de faces principais opostas do corpo do diafragma.

[0067] Preferencialmente, cada um dos pelo menos um membro de reforço interno é separado do e acoplado ao material de núcleo do corpo do diafragma para prover resistência à deformação por cisalhamento no plano do reforço de estresse separado de qualquer resistência a cisalhamento provida pelo material de núcleo.

[0068] Preferencialmente, cada um dos pelo menos um membro de reforço interno se estende dentro do material de núcleo em um ângulo em relação a pelo menos uma de ditas faces principais suficiente para resistir à deformação por cisalhamento durante o uso. Preferencialmente, o ângulo está entre 40 graus e 140 graus, ou, mais preferencialmente, entre 60 e 120 graus, ou, até mesmo mais preferencialmente, entre 80 e 100 graus, ou, mais preferencialmente, em aproximadamente 90 graus em relação às faces principais.

[0069] Preferencialmente, cada um dos pelo menos um membro de reforço interno é incorporado dentro de e entre um par de faces principais opostas do corpo. Preferencialmente, cada membro de reforço interno se estende substancialmente ortogonalmente ao par de faces principais opostas e/ou se estende substancialmente paralelo a um plano sagital do corpo do diafragma.

[0070] Preferencialmente, cada membro de reforço interno é acoplado em ambos os lados a um dos membros de reforço de estresse normal opostos. Alternativamente, cada membro de reforço interno se estende adjacente a mas separado dos membros de reforço de estresse normal opostos.

[0071] Preferencialmente, cada membro de reforço interno se estende dentro do material de núcleo substancialmente ortogonal a um plano coronal do corpo do diafragma. Preferencialmente, cada membro de reforço interno se estende substancialmente em direção a uma ou mais regiões de borda periféricas, a maior parte da face principal associada distal da localização do centro de massa do diafragma.

[0072] Preferencialmente, cada membro de reforço interno é uma placa sólida. Alternativamente, cada membro de reforço interno compreende uma rede de escoras coplanares. As placas e/ou escoras podem ser planas ou tridimensionais.

[0073] Preferencialmente, cada membro de reforço de estresse normal é formado a partir de um material com um módulo específico relativamente alto em comparação com material plástico, por exemplo, um metal, tal como alumínio, uma cerâmica, tal como óxido de alumínio, ou uma fibra com alto módulo, tal como em plástico reforçado com fibra de carbono.

[0074] Preferencialmente, cada membro de reforço de estresse normal é formado a partir de um material com um módulo específico de pelo menos aproximadamente $8 \text{ MPa}/(\text{kg}/\text{m}^3)$, ou, até mesmo mais preferencialmente, pelo menos $20 \text{ MPa}/(\text{kg}/\text{m}^3)$, ou, mais preferencialmente, pelo menos, $100 \text{ MPa}/(\text{kg}/\text{m}^3)$.

[0075] Preferencialmente, cada membro de reforço interno é formado a partir de um material com um módulo específico máximo relativamente alto em comparação com um material plástico não composto, por exemplo, um metal, tal como alumínio, uma cerâmica, tal como óxido de alumínio, ou uma fibra com alto módulo, tal como em plástico reforçado com fibra de carbono. Preferencialmente, cada membro de reforço interno tem um alto módulo em direções aproximadamente $+45$ graus e -45 graus em relação a um plano coronal do corpo do diafragma.

[0076] Preferencialmente, cada membro de reforço interno é formado a partir de um material com um módulo específico de pelo menos aproximadamente $8 \text{ MPa}/(\text{kg}/\text{m}^3)$, ou, mais preferencialmente, pelo menos $20 \text{ MPa}/(\text{kg}/\text{m}^3)$. Por exemplo, um membro de reforço interno pode ser formado a partir de alumínio ou plástico reforçado com fibra de carbono.

[0077] Preferencialmente, o corpo do diafragma é substancialmente grosso. Por exemplo, o corpo do diafragma pode compreender uma espessura máxima que é pelo menos cerca de 11% de um comprimento máximo do corpo. Mais preferencialmente a espessura máxima é pelo menos cerca de 14% da dimensão de comprimento máxima do corpo. Alternativamente ou adicionalmente, o corpo do diafragma pode

compreender uma espessura máxima que é pelo menos cerca de 15% de um comprimento do corpo, ou, mais preferencialmente, pelo menos cerca de 20% do comprimento do corpo.

[0078] Alternativamente ou adicionalmente, o corpo do diafragma pode compreender uma espessura maior do que aproximadamente 8% de um menor comprimento ao longo de uma face principal do corpo do diafragma, ou maior do que aproximadamente 12%, ou maior do que aproximadamente 18% do menor comprimento.

[0079] Preferencialmente, cada membro de reforço de estresse normal é ligado à face principal correspondente do corpo do diafragma por meio de camadas relativamente finas de adesivo, tal como adesivo epóxi, por exemplo. Preferencialmente, cada membro de reforço interno é ligado ao material de núcleo e ao(s) membro(s) de reforço de estresse normal(is) correspondente(s) por meio de camadas relativamente finas de adesivo epóxi. Preferencialmente, o adesivo é menos do que aproximadamente 70% de um peso do membro de reforço interno correspondente. Mais preferencialmente, ele é menos do que 60%, ou menos do que 50%, ou menos do que 40%, ou menos do que 30%, ou, mais preferencialmente, menos do que 25% de um peso do membro de reforço interno correspondente.

[0080] Em uma modalidade, o corpo do diafragma compreende uma seção transversal substancialmente triangular ao longo de um plano sagital do corpo do diafragma.

[0081] Preferencialmente, o corpo do diafragma compreende uma forma em formato de cunha.

[0082] Em uma modalidade alternativa, o corpo do diafragma compreende uma seção transversal substancialmente retangular ao longo do plano sagital do corpo do diafragma.

[0083] Preferencialmente, cada membro de reforço interno compreende uma espessura média menor do que um valor “x” (medido em mm), como determinado pela fórmula

$$x = \frac{\sqrt{a}}{c}$$

onde “a” é uma área de ar (medida em mm²) capaz de ser empurrada pelo corpo do diafragma durante o uso, e onde “c” é uma constante que equivale preferencialmente a 100. Mais preferencialmente, c=200, ou, até mesmo mais preferencialmente, c=400, ou, mais preferencialmente, c=800.

[0084] Em algumas modalidades, cada reforço interno pode ser feito de um material menor do que 0,4 mm, ou, mais preferencialmente, menor do que 0,2 mm, ou, mais preferencialmente, 0,1 mm, ou, mais preferencialmente, menor do que 0,02 mm de espessura.

[0085] Em algumas modalidades, uma distribuição de massa do reforço de estresse normal é tal que uma quantidade de massa relativamente menor está em uma região de menor massa adjacente a uma extremidade da face principal associada. Em algumas formas, o diafragma é destituído de qualquer reforço de estresse normal na região de menor massa. Em outras formas, o reforço de estresse normal compreende uma espessura reduzida, ou largura reduzida, ou ambas na região de menor massa, em relação a outras regiões.

[0086] Em algumas modalidades, uma distribuição de massa do reforço de estresse normal é tal que uma quantidade de massa relativamente menor está em uma ou mais regiões de borda periféricas da face principal associada. Em algumas formas, o diafragma é destituído de qualquer reforço de estresse normal na uma ou mais regiões periféricas. Em outras formas, o reforço de estresse normal compreende uma espessura reduzida, ou largura reduzida, ou ambas na uma ou mais regiões periféricas, em relação a outras regiões.

[0087] Em algumas modalidades, o corpo do diafragma compreende uma massa relativamente menor em ou adjacente a uma extremidade. Preferencialmente, o corpo do diafragma compreende uma espessura relativamente menor em uma extremidade. Em algumas modalidades, a espessura do corpo do diafragma é afunilada para reduzir a espessura em direção à uma extremidade. Em outras modalidades, a espessura do corpo do diafragma é escalonada para reduzir a espessura em direção à uma. Em algumas modalidades, uma espessura de envelope ou perfil entre ambas as extremidades é angular em pelo menos 4 graus em relação a um plano coronal do corpo do diafragma, ou, mais preferencialmente, pelo menos aproximadamente 5 graus em relação a um plano coronal do corpo do diafragma.

[0088] Em algumas modalidades, o corpo do diafragma compreende uma massa relativamente menor em ou adjacente a uma extremidade. Preferencialmente, o corpo do diafragma compreende uma espessura relativamente menor em uma extremidade. Em algumas modalidades, a espessura do corpo do diafragma é afunilada para reduzir a espessura em direção à uma extremidade. Em outras modalidades, a espessura do corpo do diafragma é escalonada para reduzir a espessura em direção à uma. Em algumas modalidades, uma espessura de envelope ou perfil entre ambas as extremidades é angular em pelo menos 4 graus em relação a um plano coronal do corpo do diafragma, ou, mais preferencialmente, pelo menos aproximadamente 5 graus em relação a um plano coronal do corpo do diafragma.

[0089] O seguinte se aplica a cada um dos aspectos do transdutor de áudio mencionados acima.

[0090] Preferencialmente, o transdutor de áudio compreende adicionalmente:

uma estrutura de base do transdutor, em que o diafragma é acoplado de forma rotacional em relação à estrutura de base do transdutor para girar durante a operação; e

um mecanismo de transdução acoplado operativamente ao diafragma e operativo em associação com a rotação do diafragma;

[0091] Preferencialmente, o transdutor de áudio compreende adicionalmente um sistema de dobradiça que acopla de forma rotacional o diafragma à estrutura de base do transdutor.

[0092] Em algumas modalidades, o sistema de dobradiça compreende uma ou mais partes configuradas para facilitar o movimento do diafragma e que contribui de forma significativa para resistir ao deslocamento de translação do diafragma em relação à estrutura de base do transdutor, e que tem um módulo de Young maior do que aproximadamente 8 GPa, ou, mais preferencialmente, maior do que aproximadamente 20 GPa.

[0093] Preferencialmente, todas as partes do conjunto de dobradiça que suportam o diafragma operativamente durante o uso têm um módulo de Young maior do que aproximadamente 8 GPa, ou, mais preferencialmente, maior do que aproximadamente 20 GPa.

[0094] Preferencialmente, todas as partes do conjunto de dobradiça que são configuradas para facilitar o movimento do diafragma e contribuem de forma significativa para resistir ao deslocamento de translação do diafragma em relação à estrutura de base do transdutor, têm um módulo de Young maior do que aproximadamente 8 GPa, ou, mais preferencialmente, maior do que aproximadamente 20 GPa.

[0095] Em algumas modalidades, o sistema de dobradiça compreende um conjunto de dobradiça com uma ou mais articulações de dobradiça, em que cada articulação de dobradiça compreende um elemento de dobradiça e um membro de contato, o membro de contato com uma superfície de contato; e em que, durante a operação, cada articulação de

dobradiça é configurada para permitir que o elemento de dobradiça se mova em relação ao membro de contato associado, mantendo, ao mesmo tempo, um contato físico substancialmente consistente com a superfície de contato, e o conjunto de dobradiça tensiona o elemento de dobradiça em direção à superfície de contato.

[0096] Preferencialmente, o conjunto de dobradiça compreende adicionalmente um mecanismo tensionador e em que o elemento de dobradiça é tensionado em direção à superfície de contato por um mecanismo tensionador.

[0097] Preferencialmente, o mecanismo tensionador é substancialmente complacente.

[0098] Preferencialmente, o mecanismo tensionador é substancialmente complacente em uma direção substancialmente perpendicular à superfície de contato na região de contato entre cada elemento de dobradiça e o membro de contato associado durante a operação.

[0099] Em algumas outras modalidades, o sistema de dobradiça compreende pelo menos uma articulação de dobradiça, cada articulação de dobradiça articuladamente acoplando o diafragma à estrutura de base do transdutor para permitir que o diafragma gire em relação à estrutura de base do transdutor em torno de um eixo de rotação durante a operação, a articulação de dobradiça sendo rigidamente conectada em um lado à estrutura de base do transdutor e, em um lado oposto, ao diafragma, e compreendendo pelo menos dois elementos de dobradiça resilientes angulares em relação um ao outro, e em que cada elemento de dobradiça está intimamente associado tanto à estrutura de base do transdutor quanto ao diafragma, e compreende rigidez de translação substancial para resistir à compressão, tensão e/ou deformação por cisalhamento ao longo de e por todo o elemento, e flexibilidade substancial para possibilitar flexão em resposta a forças normais à seção durante a operação.

[00100] Um dispositivo de áudio incluindo qualquer um dos transdutores de áudio acima e compreendendo adicionalmente um sistema de montagem de desacoplamento localizado entre o diafragma do transdutor de áudio e pelo menos uma outra parte do dispositivo de áudio para pelo menos parcialmente aliviar a transmissão mecânica de vibração entre o diafragma e a pelo menos uma outra parte do dispositivo de áudio, o sistema de montagem de desacoplamento montando de forma flexível um primeiro componente a um segundo componente do dispositivo de áudio.

[00101] Preferencialmente, a pelo menos uma outra parte do dispositivo de áudio não é outra parte do diafragma de um transdutor de áudio do dispositivo. Preferencialmente, o sistema de montagem de desacoplamento é acoplado entre a estrutura de base do transdutor e uma outra parte. Preferencialmente, a uma outra parte é o alojamento do transdutor.

[00102] Em uma primeira modalidade, o transdutor de áudio é um alto-falante eletroacústico e compreende adicionalmente um componente de transferência de força que atua sobre o diafragma para fazer com que o diafragma se mova durante o uso.

[00103] Preferencialmente, o mecanismo de transdução compreende um mecanismo eletromagnético. Preferencialmente, o mecanismo eletromagnético compreende uma estrutura magnética e um elemento eletricamente condutor.

[00104] Preferencialmente, o componente de transferência de força é rigidamente anexado ao diafragma.

[00105] Em outro aspecto, a invenção pode consistir em um dispositivo de áudio compreendendo dois ou mais alto-falantes eletroacústicos que incorporam qualquer um ou mais dos transdutores de áudio dos aspectos acima e proveem dois ou mais canais de áudio diferentes através capazes de reprodução de sinais de áudio independentes. Preferencialmente, o dispositivo de áudio é dispositivo de

áudio pessoal adaptado para uso de áudio dentro de aproximadamente 10 cm do ouvido do usuário.

[00106] Em outro aspecto, pode-se dizer que a invenção consiste em um dispositivo de áudio pessoal que incorpora qualquer combinação de um ou mais dos transdutores de áudio e seus recursos, configurações e modalidades relacionados de qualquer um dos aspectos anteriores do transdutor de áudio.

[00107] Em outro aspecto, pode-se dizer que a invenção consiste em um dispositivo de áudio pessoal compreendendo um par de dispositivos de interface configurado para ser usado por um usuário em ou próximos de cada ouvido, em que cada dispositivo de interface compreende qualquer combinação de um ou mais dos transdutores de áudio e seus recursos, configurações e modalidades relacionados de qualquer um dos aspectos anteriores do transdutor de áudio.

[00108] Em outro aspecto, pode-se dizer que a invenção consiste em um aparato de headphone compreendendo um par de dispositivos de interface de headphone configurado para ser usado em ou sobre cada ouvido, em que cada dispositivo de interface compreende qualquer combinação de um ou mais dos transdutores de áudio e seus recursos, configurações e modalidades de qualquer um dos aspectos anteriores do transdutor de áudio.

[00109] Em outro aspecto, pode-se dizer que a invenção consiste em um aparato de fone de ouvido compreendendo um par de interfaces de fone de ouvido configurado para ser usado dentro de um canal auricular ou concha do ouvido de um usuário, em que cada interface de fone de ouvido compreende qualquer combinação de um ou mais dos transdutores de áudio e seus recursos, configurações e modalidades relacionados de qualquer um dos aspectos anteriores do transdutor de áudio.

[00110] Em outro aspecto, pode-se dizer que a invenção consiste em um transdutor de áudio de qualquer um dos aspectos acima e recursos,

configurações e modalidades relacionados, em que o transdutor de áudio é um transdutor acustoelétrico.

[00111] Em outro aspecto, pode-se dizer geralmente que a invenção consiste em um diafragma com:

um corpo do diafragma com uma ou mais faces principais,

reforço de estresse normal acoplado ao corpo, o reforço de estresse normal estando acoplado adjacente a pelo menos uma das ditas faces principais para resistir a estresses de compressão-tensão sofridos pelo corpo do diafragma durante a operação, e

pelo menos um membro de reforço interno incorporado dentro do material de núcleo e orientado em um ângulo em relação ao reforço de estresse normal para resistir e/ou substancialmente mitigar a deformação por cisalhamento sofrida pelo corpo durante a operação; e

em que uma distribuição de massa do reforço de estresse normal é tal que uma quantidade de massa relativamente menor está em uma ou mais regiões de borda periféricas da face principal associada distais de uma localização do centro de massa montada do diafragma.

[00112] Preferencialmente, a uma ou mais regiões distais da localização do centro de massa são uma ou mais regiões mais distais da localização do centro de massa.

[00113] Em algumas modalidades, uma ou mais regiões mais distais da localização do centro de massa são destituídas de qualquer reforço de estresse normal.

[00114] Em algumas modalidades, o reforço de estresse normal compreende uma placa de reforço, em que uma região da placa distal de dita localização do centro de massa compreende um ou mais recessos. Preferencialmente, um par de regiões opostas distal da localização do centro de massa compreende um ou mais recessos. Preferencialmente, uma largura de cada recesso aumenta dependendo da distância de dita localização do centro de massa.

[00115] Em algumas modalidades, pelo menos um recesso no reforço de estresse normal está localizado entre um par de membros de reforço interno.

[00116] Em algumas modalidades, o reforço de estresse normal compreende uma placa de reforço, em que uma região da placa distal de dita localização do centro de massa compreende uma espessura reduzida em relação a uma região em ou próxima à localização do centro de massa.

[00117] A espessura da placa pode ser escalonada ou afunilada entre a região proximal e a região distal.

[00118] Em um terceiro aspecto, pode-se dizer geralmente que a invenção consiste em um diafragma com:

um corpo do diafragma com uma ou mais faces principais, reforço de estresse normal acoplado ao corpo, o reforço de estresse normal estando acoplado adjacente a pelo menos uma das ditas faces principais para resistir a estresses de compressão-tensão sofridos pelo corpo durante a operação, e

pelo menos um membro de reforço interno incorporado dentro do corpo e orientado em um ângulo em relação ao reforço de estresse normal para resistir e/ou mitigar a deformação por cisalhamento sofrida pelo corpo durante a operação; e

em que o corpo do diafragma compreende uma massa relativamente menor em uma ou mais regiões distais de uma localização do centro de massa do diafragma.

[00119] Preferencialmente, o corpo do diafragma compreende uma espessura relativamente menor em uma ou mais regiões distais da localização do centro de massa.

[00120] Preferencialmente, a uma ou mais regiões distais da localização do centro de massa são uma região(ões) mais distal(is) da localização do centro de massa.

[00121] Em algumas modalidades, a espessura do corpo do diafragma é afunilada para reduzir a espessura em direção à região distal. Em outras modalidades a espessura do corpo do diafragma é escalonada para reduzir a espessura em direção à região distal.

[00122] Em algumas modalidades, o corpo do diafragma compreende uma massa relativamente menor na uma ou mais regiões distais de uma localização do centro de massa do diafragma.

[00123] Preferencialmente, uma ou mais regiões periféricas mais distais do centro de massa são substancialmente linearmente pontudas.

[00124] Em um quarto aspecto, pode-se dizer geralmente que a invenção consiste em um diafragma do transdutor de áudio com:

um corpo do diafragma composto por um material de núcleo com uma ou mais faces principais,

reforço de estresse normal acoplado ao corpo, o reforço de estresse normal estando acoplado adjacente a pelo menos uma das ditas faces principais para resistir a estresses de compressão-tensão sofridos pelo corpo durante a operação, e

pelo menos um membro de reforço interno incorporado dentro do corpo e orientado em um ângulo em relação ao reforço de estresse normal para resistir e/ou mitigar a deformação por cisalhamento sofrida pelo corpo durante a operação; e

em que o diafragma compreende uma massa relativamente menor em uma ou mais regiões distais de uma localização do centro de massa do diafragma.

[00125] Preferencialmente, a uma ou mais regiões distais da localização do centro de massa são uma ou mais regiões mais distais da localização do centro de massa.

[00126] Preferencialmente, uma distribuição de massa do reforço de estresse normal é tal que uma quantidade de massa relativamente menor está em uma ou mais regiões de borda periféricas da face principal

associada distais da localização do centro de massa. Alternativa ou adicionalmente, o corpo do diafragma compreende uma massa relativamente menor na uma ou mais regiões periféricas do diafragma distais de uma localização do centro de massa do diafragma.

[00127] Preferencialmente, o corpo do diafragma compreende uma espessura relativamente menor na uma ou mais regiões distais e uma distribuição de massa do reforço de estresse normal é tal que uma quantidade de massa relativamente menor está na uma ou mais regiões distais.

[00128] Preferencialmente, a uma ou mais regiões distais da localização do centro de massa são uma ou mais regiões mais distais da localização do centro de massa.

[00129] Em algumas modalidades, uma ou mais regiões mais distais da localização do centro de massa são destituídas de qualquer reforço de estresse normal.

[00130] Em algumas modalidades, o reforço de estresse normal compreende uma placa de reforço, em que uma região da placa distal de dita localização do centro de massa compreende um ou mais recessos. Preferencialmente, um par de regiões opostas distal da localização do centro de massa compreende um ou mais recessos. Preferencialmente, uma largura de cada recesso aumenta dependendo da distância de dita localização do centro de massa.

[00131] Em algumas modalidades, pelo menos um recesso no reforço de estresse normal está localizado entre um par de membros de reforço interno.

[00132] Em algumas modalidades, o reforço de estresse normal compreende uma placa de reforço, em que uma região da placa distal de dita localização do centro de massa compreende uma espessura reduzida em relação a uma região em ou próxima à localização do centro de massa.

[00133] Em outro aspecto, pode-se dizer geralmente que a invenção consiste em um transdutor de áudio compreendendo:

um diafragma com:

um corpo do diafragma com uma ou mais faces principais, e

reforço de estresse normal acoplado ao corpo, o reforço de estresse normal estando acoplado adjacente a pelo menos uma das ditas faces principais para resistir a estresses de compressão-tensão sofridos pelo corpo durante a operação; e

em que uma distribuição de massa do reforço de estresse normal é tal que uma quantidade de massa relativamente menor está em uma ou mais regiões distais de uma localização do centro de massa do diafragma; e

um alojamento compreendendo um invólucro e/ou defletor para acomodar o diafragma; e

em que o diafragma compreende uma periferia que é pelo menos parcialmente livre de conexão física com um interior do alojamento.

[00134] Preferencialmente, o diafragma compreende uma ou mais regiões periféricas que são livres de conexão física com o interior do alojamento.

[00135] Preferencialmente, a periferia externa está significativamente livre de conexão física de forma tal que a uma ou mais regiões periféricas constituem pelo menos 20%, ou mais preferencialmente pelo menos 30% de um comprimento ou perímetro da periferia. Mais preferencialmente, a periferia externa está substancialmente livre de conexão física de forma tal que a uma ou mais regiões periféricas constituem pelo menos 50%, ou mais preferencialmente pelo menos 80% de um comprimento ou perímetro da periferia. Mais preferencialmente a periferia externa está aproximadamente completamente livre de conexão física, de forma tal que a uma ou mais regiões periféricas constituem aproximadamente um comprimento ou perímetro total da periferia.

[00136] Em algumas modalidades, regiões da periferia externa mais distais de uma localização do centro de massa do diafragma são menos suportadas por um interior do alojamento do que regiões que são próximas à localização do centro de massa.

[00137] Preferencialmente, uma ou mais regiões mais distais da localização do centro de massa são destituídas de qualquer reforço de estresse normal.

[00138] Preferencialmente, o corpo do diafragma compreende uma massa relativamente menor na uma ou mais regiões distais da localização do centro de massa.

[00139] Preferencialmente, o corpo do diafragma compreende uma espessura relativamente menor na uma ou mais regiões distais. A espessura pode ser afunilada em direção à uma ou mais regiões distais ou escalonada.

[00140] Em uma modalidade, a espessura do corpo do diafragma é continuamente afunilada de uma região em ou próxima à localização do centro de massa até a uma ou mais regiões mais distais da localização do centro de massa.

[00141] Preferencialmente, a uma ou mais regiões distais do corpo do diafragma estão alinhadas com a uma ou mais regiões distais do reforço de estresse normal.

[00142] Em outro aspecto, pode-se dizer geralmente que a invenção consiste em um transdutor de áudio compreendendo:

um diafragma com:

um corpo do diafragma com uma ou mais faces principais, e

reforço de estresse normal acoplado ao corpo, o reforço de estresse normal estando acoplado adjacente a pelo menos uma das ditas faces principais para resistir a estresses de compressão-tensão sofridos pelo corpo durante a operação; e

em que pelo menos uma face principal é destituída de qualquer reforço de estresse normal em uma ou mais regiões de borda periféricas, cada região de borda periférica estando localizada em ou além de um raio centrado em torno de uma localização do centro de massa do diafragma que está a 50 por cento de uma distância total da localização do centro de massa até uma borda periférica mais distal da face principal; e

um alojamento compreendendo um invólucro e/ou defletor para acomodar o diafragma; e

em que o diafragma compreende uma periferia externa que é pelo menos parcialmente livre de conexão física com um interior do alojamento.

[00143] Preferencialmente, o diafragma compreende uma ou mais regiões periféricas que são livres de conexão física com o interior do alojamento. Preferencialmente, a periferia externa está significativamente livre de conexão física de forma tal que uma ou mais regiões periféricas constituem pelo menos 20%, ou mais preferencialmente pelo menos 30% de um comprimento ou perímetro da periferia. Mais preferencialmente, a periferia externa está substancialmente livre de conexão física de forma tal que a uma ou mais regiões periféricas constituem pelo menos 50%, ou mais preferencialmente pelo menos 80% de um comprimento ou perímetro da periferia. Mais preferencialmente a periferia externa está aproximadamente completamente livre de conexão física, de forma tal que a uma ou mais regiões periféricas constituem aproximadamente um comprimento ou perímetro total da periferia. Preferencialmente, cada uma ou mais regiões de borda periféricas está localizada em ou além de 80 por cento da distância total da localização do centro de massa até a borda periférica mais distal da face principal.

[00144] Preferencialmente, o reforço de estresse normal compreende um par de membros de reforço acoplados a faces principais opostas do corpo do diafragma.

[00145] Preferencialmente, pelo menos 10 por cento de uma área superficial total da uma ou mais faces principais é destituída do reforço de estresse normal, ou pelo menos 25%, ou pelo menos 50% da superfície total da uma ou mais faces principais é destituída de reforço de estresse normal.

[00146] Preferencialmente, o diafragma compreende uma massa relativamente menor por unidade de área em uma ou mais regiões de borda periféricas distais do centro de massa.

[00147] Preferencialmente, o diafragma compreende uma massa relativamente menor, por unidade de área em relação a um plano coronal do diafragma, ou alternativamente em relação a um plano de uma face principal, do corpo do diafragma em uma ou mais regiões de borda periféricas do diafragma.

[00148] Preferencialmente, o corpo do diafragma compreende uma espessura relativamente menor na uma ou mais regiões de borda periféricas do diafragma. A espessura pode ser afunilada em direção à uma ou mais regiões de borda periféricas ou escalonada.

[00149] Em um sétimo aspecto, pode-se dizer geralmente que a invenção consiste em um transdutor de áudio compreendendo:

- um diafragma compreendendo um corpo do diafragma com uma ou mais faces principais, e

- reforço de estresse normal acoplado ao corpo, o reforço de estresse normal estando acoplado adjacente a pelo menos uma das ditas faces principais para resistir a estresses de compressão-tensão sofridos pelo corpo durante a operação;

- em que o reforço de estresse normal compreende um membro de reforço em uma ou mais de ditas faces principais, e cada membro de reforço compreende uma série de escoras;

- um alojamento compreendendo um invólucro e/ou defletor para acomodar o diafragma; e

em que o diafragma compreende uma periferia externa que é pelo menos parcialmente livre de conexão física com um interior do alojamento.

[00150] Preferencialmente, o diafragma compreende uma ou mais regiões periféricas que são livres de conexão física com o interior do alojamento. Preferencialmente, a periferia externa está significativamente livre de conexão física de forma tal que uma ou mais regiões periféricas constituem pelo menos 20%, ou mais preferencialmente pelo menos 30% de um comprimento ou perímetro da periferia. Mais preferencialmente, a periferia externa está substancialmente livre de conexão física de forma tal que a uma ou mais regiões periféricas constituem pelo menos 50%, ou mais preferencialmente pelo menos 80% de um comprimento ou perímetro da periferia. Mais preferencialmente a periferia externa está aproximadamente completamente livre de conexão física, de forma tal que a uma ou mais regiões periféricas constituem aproximadamente um comprimento ou perímetro total da periferia.

[00151] Preferencialmente, ditas escoras têm espessura reduzida em uma ou mais regiões distais a uma localização do centro de massa do diafragma.

[00152] Preferencialmente, cada escora compreende uma espessura maior do que $1/100$ de sua largura. Mais preferencialmente, cada escora compreende uma espessura maior do que $1/60$ de sua largura. Mais preferencialmente, cada escora compreende uma espessura maior do que $1/20$ de sua largura.

[00153] Preferencialmente, o um ou mais membros de reforço de estresse normal é(são) formado(s) a partir de material anisotrópico.

[00154] Preferencialmente, o membro de reforço de estresse normal anisotrópico é formado a partir de um material com um módulo específico de pelo menos $8 \text{ MPa}/(\text{kg}/\text{m}^3)$, ou, mais preferencialmente, pelo menos $20 \text{ MPa}/(\text{kg}/\text{m}^3)$, ou, mais preferencialmente, pelo menos $100 \text{ MPa}/(\text{kg}/\text{m}^3)$.

[00155] Preferencialmente, o material anisotrópico é um material composto de fibra onde as fibras são depositadas em uma orientação substancialmente unidirecional através de cada escora. Preferencialmente, as fibras são depositadas substancialmente na mesma orientação que um eixo longitudinal da escora associada. Preferencialmente, cada escora é formada a partir de um material composto de fibra de carbono unidirecional. Preferencialmente, dito material composto incorpora fibras de carbono que têm um módulo de Young de pelo menos aproximadamente 100 GPa, e mais preferencialmente maior do que 200 GPa e mais preferencialmente maior do que 400 GPa.

[00156] Preferencialmente, o reforço de estresse normal compreende um par de membros de reforço acoplado a faces principais opostas do corpo do diafragma, e em que uma ou mais escoras de um primeiro membro de reforço de uma face principal são conectadas a uma ou mais escoras de um segundo membro de reforço da face principal oposta, em uma periferia do corpo do diafragma.

[00157] Preferencialmente, o primeiro e o segundo membros de reforço formam um reforço triangular que suporta o corpo do diafragma contra deslocamentos em uma direção substancialmente perpendicular a um plano coronal do corpo do diafragma.

[00158] Preferencialmente, cada membro de reforço compreende uma pluralidade de escoras. Preferencialmente, a pluralidade de escoras se cruzam. Preferencialmente, regiões de cruzamento entre as escoras são localizadas em ou além de 50 por cento de uma distância total da localização do centro de massa do diafragma até uma periferia do diafragma. Outras regiões de cruzamento também podem se localizar dentro de 50 por cento da distância total, entretanto.

[00159] Preferencialmente, pelo menos uma face principal do corpo do diafragma é destituída de qualquer reforço de estresse normal em uma ou mais regiões de borda periféricas da face principal associada, cada

região de borda periférica estando localizada em ou além de um raio centrado em torno da localização do centro de massa do diafragma e que está a 50 por cento de uma distância total da localização do centro de massa até uma borda periférica mais distal da face principal.

[00160] Preferencialmente, o reforço de estresse normal compreende um par de membros de reforço acoplado a faces principais opostas do corpo do diafragma e em que ambas as faces principais são destituídas de qualquer reforço de estresse normal nas regiões de borda periféricas associadas.

[00161] Preferencialmente, pelo menos 10 por cento de uma área superficial total da uma ou mais faces principais é destituída do reforço de estresse normal, ou pelo menos 25%, ou pelo menos 50% na uma ou mais regiões de borda periféricas.

[00162] Preferencialmente, o corpo do diafragma compreende uma massa relativamente menor em uma ou mais regiões distais de uma localização do centro de massa do diafragma.

[00163] Preferencialmente, o corpo do diafragma compreende uma espessura relativamente menor na uma ou mais regiões distais. A espessura pode ser afunilada em direção à uma ou mais regiões distais ou escalonada.

[00164] Em uma primeira modalidade de qualquer um dos aspectos do transdutor de áudio relatados anteriormente e seus recursos, modalidades e configurações relacionados, o transdutor de áudio é um alto-falante eletroacústico e compreende adicionalmente um componente de transferência de força que atua sobre o diafragma para fazer com que o diafragma se mova durante o uso.

[00165] Preferencialmente, o transdutor de áudio compreende adicionalmente:

uma estrutura de base do transdutor; e

um mecanismo de transdução; e em que o diafragma é acoplado de forma móvel à estrutura de base do transdutor e operativamente acoplado ao mecanismo de transdução de forma tal que, durante a operação, o movimento do diafragma em relação à estrutura de base transduza sinais de áudio elétricos recebidos pelo mecanismo de transdução em som.

[00166] Preferencialmente, a estrutura de base do transdutor compreende uma geometria substancialmente grossa e compacta.

[00167] Preferencialmente, o mecanismo de transdução compreende um mecanismo eletromagnético. Preferencialmente, o mecanismo eletromagnético compreende uma estrutura magnética e um elemento eletricamente condutor. Preferencialmente, a estrutura magnética é acoplada a e faz parte da estrutura de base do transdutor e o elemento eletricamente condutor é acoplado a e faz parte do diafragma. Preferencialmente, a estrutura magnética compreende um ímã permanente, e as peças polares interna e externa separadas por uma lacuna e gerando um campo magnético entre as mesmas. Preferencialmente, o elemento eletricamente condutor compreende pelo menos um enrolamento de bobina. Preferencialmente, o diafragma compreende uma armação de base do diafragma e o elemento eletricamente condutor é rigidamente acoplado à armação de base do diafragma.

[00168] Em uma primeira configuração, o diafragma é acoplado de forma rotacional em relação à estrutura de base do transdutor. Preferencialmente, a armação de base do diafragma está localizada em uma extremidade do diafragma e é rigidamente acoplada à mesma. Preferencialmente, o transdutor de áudio compreende adicionalmente um sistema de dobradiça para acoplar de forma rotacional o diafragma à estrutura de base do transdutor.

[00169] Preferencialmente, o diafragma oscila em torno do eixo de rotação durante a operação.

[00170] Em uma forma, o sistema de dobradiça compreende um conjunto de dobradiça com uma ou mais articulações de dobradiça, em que cada articulação de dobradiça compreende um elemento de dobradiça e um membro de contato, o membro de contato com uma superfície de contato; e em que, durante a operação, cada articulação de dobradiça é configurada para permitir que o elemento de dobradiça se mova em relação ao membro de contato associado, mantendo, ao mesmo tempo, um contato físico substancialmente consistente com a superfície de contato, e o conjunto de dobradiça tensiona o elemento de dobradiça em direção à superfície de contato. Preferencialmente, o conjunto de dobradiça compreende adicionalmente um mecanismo tensionador e em que o elemento de dobradiça é tensionado em direção à superfície de contato por um mecanismo tensionador. Preferencialmente, o mecanismo tensionador é substancialmente complacente. Preferencialmente, o mecanismo tensionador é substancialmente complacente em uma direção substancialmente perpendicular à superfície de contato na região de contato entre cada elemento de dobradiça e o membro de contato associado durante a operação.

[00171] Em outra forma, o sistema de dobradiça compreende pelo menos uma articulação de dobradiça, cada articulação de dobradiça articuladamente acoplando o diafragma à estrutura de base do transdutor para permitir que o diafragma gire em relação à estrutura de base do transdutor em torno de um eixo de rotação durante a operação, a articulação de dobradiça sendo rigidamente conectada em um lado à estrutura de base do transdutor e, em um lado oposto, ao diafragma, e compreendendo pelo menos dois elementos de dobradiça resilientes angulares em relação um ao outro, e em que cada elemento de dobradiça está intimamente associado tanto à estrutura de base do transdutor quanto ao diafragma, e compreende rigidez de translação substancial para resistir à compressão, tensão e/ou deformação por cisalhamento ao longo de e por

todo o elemento, e flexibilidade substancial para possibilitar flexão em resposta a forças normais à seção durante a operação.

[00172] Em uma segunda configuração, o transdutor de áudio é um transdutor de ação linear, onde o diafragma é linearmente móvel em relação à estrutura de base do transdutor. Preferencialmente, a armação de base do diafragma é acoplada a uma região central do diafragma e se estende lateralmente a partir de uma face principal da estrutura em direção à estrutura magnética.

[00173] Preferencialmente, pelo menos um transdutor de áudio compreende uma suspensão do diafragma que conecta o diafragma somente parcialmente em torno do perímetro da periferia a um alojamento ou estrutura circundante. Preferencialmente, a suspensão conecta o diafragma ao longo de um comprimento que é menor do que 80% do perímetro da periferia. Preferencialmente, a suspensão conecta o diafragma ao longo de um comprimento que é menor do que 50% do perímetro da periferia. Preferencialmente, a suspensão conecta o diafragma ao longo de um comprimento que é menor do que 20% do perímetro da periferia.

[00174] Em uma segunda modalidade de qualquer um dos aspectos do transdutor de áudio relatados anteriormente e seus recursos, modalidades e configurações relacionados, o transdutor de áudio é um transdutor acustoelétrico e compreende adicionalmente um componente de transferência de força configurado para ser atuado pelo diafragma durante o uso para criar energia elétrica em resposta ao movimento do diafragma.

[00175] Em outro aspecto, pode-se dizer geralmente que a invenção consiste em um transdutor de áudio compreendendo:

um diafragma compreendendo:

um corpo do diafragma com uma ou mais faces principais, e

reforço de estresse normal acoplado ao corpo, o reforço de estresse normal estando acoplado adjacente a pelo menos uma das ditas faces

principais para resistir a estresses de compressão-tensão sofridos pelo corpo durante a operação; e

um conjunto de dobradiça configurado para suportar operativamente o diafragma em torno de um eixo de rotação durante o uso;

e em que pelo menos uma face principal é destituída de qualquer reforço de estresse normal em uma ou mais regiões de borda periféricas da face principal, a região de borda periférica estando localizada em ou além de um raio centrado em torno do eixo de rotação que está a 80 por cento de uma distância total do eixo de rotação até uma borda periférica mais distal da face principal.

[00176] Preferencialmente, o corpo do diafragma é substancialmente grosso. Preferencialmente, o corpo do diafragma compreende uma espessura máxima que é pelo menos 11% de um comprimento máximo do corpo do diafragma, ou, mais preferencialmente, pelo menos 14% de um comprimento máximo do corpo do diafragma.

[00177] Preferencialmente, o corpo do diafragma compreende uma espessura máxima que é pelo menos 15% de uma distância total do eixo de rotação até uma região periférica mais distal do diafragma. Mais preferencialmente, a espessura máxima é pelo menos 20% da distância total.

[00178] Em outro aspecto, pode-se dizer geralmente que a invenção consiste em um transdutor de áudio compreendendo:

um diafragma compreendendo:

um corpo do diafragma com uma ou mais faces principais,

um reforço de estresse normal acoplado ao corpo, o reforço de estresse normal estando acoplado adjacente a pelo menos uma das ditas faces principais para resistir a estresses de compressão-tensão sofridos em ou adjacentes à face do corpo durante a operação, e

pelo menos um membro de reforço interno incorporado dentro do corpo e orientado em um ângulo em relação ao reforço de estresse normal

para resistir e/ou substancialmente mitigar a deformação por cisalhamento sofrida pelo corpo durante a operação; e

um conjunto de dobradiça acoplado ao diafragma para girar o diafragma em torno de um eixo de rotação associado durante o uso.

[00179] O conjunto de dobradiça pode ser diretamente acoplado ao diafragma ou indiretamente acoplado por meio de um ou mais componentes intermediários.

[00180] Preferencialmente, a uma ou mais faces principais são substancialmente planas.

[00181] Preferencialmente, cada um dentre o pelo menos um membro de reforço interno é orientado substancialmente paralelo a um plano sagital do corpo do diafragma. Preferencialmente, cada um dentre o pelo menos um membro de reforço interno compreende um eixo longitudinal substancialmente perpendicular ao eixo de rotação do conjunto de dobradiça e/ou substancialmente paralelo a um eixo longitudinal do corpo do diafragma. Preferencialmente, cada um dentre o pelo menos um membro de reforço interno se estende entre uma região em ou próxima ao eixo de rotação e uma extremidade oposta do corpo do diafragma.

[00182] Preferencialmente, cada um dentre o pelo menos um membro de reforço interno compreende pelo menos um painel que se estende transversalmente ao longo de uma porção substancial de uma espessura do corpo do diafragma e longitudinalmente ao longo de uma porção substancial de um comprimento do corpo do diafragma.

[00183] Preferencialmente, cada um dentre o pelo menos um membro de reforço interno é acoplado de forma rígida ao conjunto de dobradiça diretamente ou por meio de pelo menos um componente intermediário.

[00184] Os componentes intermediários podem ser feitos de um material com um módulo de Young maior do que aproximadamente 8 GPa, ou, mais preferencialmente, maior do que aproximadamente 20 GPa.

[00185] Preferencialmente, o(s) componente(s) intermediário(s) incorpora(m) uma seção substancialmente plana orientada em um ângulo maior do que aproximadamente 30 graus em relação a um plano coronal do corpo do diafragma e substancialmente paralela a um eixo de rotação do diafragma para transferir carga na direção paralela ao plano coronal, entre o mecanismo de articulação e os membros de reforço interno com mínima complacência.

[00186] Em uma modalidade, o transdutor eletroacústico é, ou é parte de, um alto-falante eletroacústico compreendendo um mecanismo de excitação com um componente de transferência de força que atua sobre o diafragma para fazer com que o diafragma se mova durante o uso.

[00187] Preferencialmente, o alto-falante eletroacústico é configurado em um dispositivo de áudio usando dois ou mais canais de áudio diferentes através de uma configuração de dois ou mais alto-falantes eletroacústicos.

[00188] Preferencialmente, cada um dentre o pelo menos um membro de reforço interno é conectado de forma rígida ao componente de transferência de força diretamente ou por meio de pelo menos um componente intermediário.

[00189] Preferencialmente, o reforço de estresse normal compreende um ou mais membros de reforço de estresse normal em qualquer um de um par de faces principais opostas do corpo do diafragma.

[00190] Preferencialmente, o um ou mais membros de reforço de estresse normal em qualquer face principal são conectados de forma rígida ao componente de transferência de força diretamente ou por meio de um ou mais componentes intermediários.

[00191] Preferencialmente, o um ou mais membros de reforço de estresse normal em qualquer face principal são conectados de forma rígida ao conjunto de dobradiça diretamente ou por meio de um ou mais componentes intermediários.

[00192] Preferencialmente, quaisquer componentes intermediários que facilitam conexões rígidas entre qualquer um ou mais dentre: o pelo menos um membro de reforço interno e o conjunto de dobradiça, o pelo menos um membro de reforço interno e o componente de transferência de força, o um ou mais membros de reforço de estresse normal e o conjunto de dobradiça e/ou o um ou mais membros de reforço de estresse normal e o componente de transferência de força, são formados a partir de um material substancialmente rígido, tal como aço, fibra de carbono. Preferencialmente, os componentes intermediários não são formados a partir de um material plástico.

[00193] Preferencialmente, uma espessura do corpo do diafragma se reduz do eixo de rotação até a extremidade terminal oposta do corpo do diafragma. Preferencialmente, a espessura é afunilada entre o eixo de rotação e uma extremidade terminal oposta do corpo do diafragma.

[00194] Preferencialmente, uma distribuição de massa do reforço de estresse normal é tal que uma quantidade de massa relativamente menor está localizada em uma ou mais regiões em ou próximas à extremidade terminal do corpo do diafragma em relação a uma quantidade de massa localizada em uma ou mais regiões próximas ao eixo de rotação.

[00195] Preferencialmente, uma ou mais regiões em qualquer face principal próxima à extremidade terminal do corpo do diafragma são destituídas de reforço de estresse normal.

[00196] Preferencialmente, a uma ou mais regiões estão localizadas entre adjacentes a pelo menos um membro de reforço interno.

[00197] Alternativamente ou adicionalmente, a uma ou mais regiões de reforço de estresse normal de massa relativamente menor compreendem o reforço de estresse normal de espessura reduzida em relação ao reforço de estresse normal localizado em uma ou mais regiões próximas ao eixo de rotação.

[00198] Preferencialmente, o diafragma compreende menos do que seis membros de reforço interno. Preferencialmente, o diafragma compreende quatro membros de reforço interno.

[00199] Preferencialmente, os membros de reforço de estresse normal se estendem substancialmente longitudinalmente ao longo de uma porção substancial de todo um comprimento do corpo do diafragma em ou diretamente adjacente a cada face principal do corpo do diafragma.

[00200] Preferencialmente, não há nenhum suporte e/ou nenhum reforço normal semelhante anexado fora dos lados do corpo do diafragma.

[00201] Preferencialmente, não há nenhum suporte e/ou reforço normal semelhante anexado a uma face terminal do corpo do diafragma. Preferencialmente, não há pele ou tinta de qualquer tipo. Preferencialmente, se houver tinta, esta é substancialmente fina e leve. Preferencialmente, se um material de núcleo do corpo do diafragma for espuma de poliestireno expandida ou semelhante, esta será cortada mecanicamente ao invés de fundida, por exemplo, com um fio quente, uma vez que esta tipicamente cria uma camada fundida de maior densidade.

[00202] Preferencialmente, o reforço de estresse normal termina em ou antes da extremidade terminal do corpo do diafragma em ambas as faces principais.

[00203] Preferencialmente, o reforço de estresse normal em uma face se estende até a extremidade terminal do corpo do diafragma e se conecta ao reforço de estresse normal em uma face principal oposta do corpo do diafragma.

[00204] Em outro aspecto, pode-se dizer geralmente que a invenção consiste em um transdutor de áudio compreendendo:

- um diafragma compreendendo:

- um corpo do diafragma com uma ou mais faces principais,

- um reforço de estresse normal acoplado ao corpo, o reforço de estresse normal estando acoplado adjacente a pelo menos uma das ditas

faces principais para resistir a estresses de compressão-tensão sofridos em ou adjacentes à face do corpo durante a operação, e

pelo menos um membro de reforço interno incorporado dentro do corpo e orientado em um ângulo em relação ao reforço de estresse normal para resistir e/ou substancialmente mitigar a deformação por cisalhamento sofrida pelo corpo durante a operação; e

um conjunto de dobradiça compreendendo um ou mais elementos de dobradiça flexíveis de paredes finas que suportam operativamente o diafragma em uso.

[00205] Preferencialmente, o transdutor de áudio compreende adicionalmente uma estrutura de base do transdutor e em que o conjunto de dobradiça acopla de forma rotacional o diafragma em relação à estrutura de base do transdutor.

[00206] Preferencialmente, o conjunto de dobradiça compreende pelo menos uma articulação de dobradiça, cada articulação de dobradiça articuladamente acoplando o diafragma à estrutura de base do transdutor para permitir que o diafragma gire em relação à estrutura de base do transdutor em torno de um eixo de rotação durante a operação, a articulação de dobradiça sendo conectada de forma rígida em um lado à estrutura de base do transdutor, e em um lado oposto ao diafragma, e compreendendo pelo menos dois elementos de dobradiça resilientes angulares em relação um ao outro, e em que cada elemento de dobradiça está intimamente associado tanto à estrutura de base do transdutor quanto ao diafragma, e compreende rigidez de translação substancial para resistir à compressão, tensão e/ou deformação por cisalhamento ao longo de e por todo o elemento, e flexibilidade substancial para possibilitar flexão em resposta a forças normais à seção durante a operação.

[00207] Em uma forma, o transdutor de áudio compreende uma armação de base do diafragma para suportar o diafragma, a armação de

base do diafragma estando diretamente anexada a um ou ambos os elementos de dobradiça de cada articulação de dobradiça.

[00208] Preferencialmente, a armação de base do diafragma facilita uma conexão rígida entre o diafragma e cada articulação de dobradiça.

[00209] Preferencialmente, o diafragma está intimamente associado a cada articulação de dobradiça. Por exemplo, uma distância do diafragma até cada articulação de dobradiça é menor do que metade da distância máxima do eixo de rotação até uma periferia mais distal do diafragma, ou, mais preferencialmente, menor do que $\frac{1}{3}$ da distância máxima, ou, mais preferencialmente, menor do que $\frac{1}{4}$ da distância máxima, ou, mais preferencialmente, menor do que $\frac{1}{8}$ da distância máxima, ou, mais preferencialmente, menor do que $\frac{1}{16}$ da distância máxima.

[00210] Em algumas modalidades, cada elemento de dobradiça flexível de cada articulação de dobradiça é substancialmente flexível ao ser dobrado. Preferencialmente, cada elemento de dobradiça é substancialmente rígido contra torção.

[00211] Em modalidades alternativas, cada elemento de dobradiça flexível de cada articulação de dobradiça é substancialmente flexível ao ser torcido. Preferencialmente, cada elemento de dobradiça flexível é substancialmente rígido contra dobra.

[00212] Em algumas modalidades, cada elemento de dobradiça compreende um perfil aproximadamente ou substancialmente plano, por exemplo, em uma forma de folha plana.

[00213] Em algumas modalidades, o par de elementos de dobradiça flexíveis de cada articulação está conectado a ou se cruza ao longo de uma borda comum para formar uma seção transversal aproximadamente em formato de L. Em algumas outras configurações, o par de elementos de dobradiça flexíveis de cada articulação de dobradiça

se cruza ao longo de uma região central para formar o eixo de rotação e os elementos de dobradiça formam uma seção transversal aproximadamente em formato de X, isto é, os elementos de dobradiça formam um arranjo de mola em cruz. Em algumas outras configurações, os elementos de dobradiça flexíveis de cada articulação de dobradiça são separados e se estendem em direções diferentes.

[00214] Em uma forma, o eixo de rotação é aproximadamente colinear com o cruzamento entre os elementos de dobradiça de cada articulação de dobradiça.

[00215] Em algumas modalidades, cada elemento de dobradiça flexível de cada articulação de dobradiça compreende uma dobra em uma direção transversal e ao longo do comprimento longitudinal do elemento. Os elementos de dobradiça podem ser ligeiramente dobrados de forma tal que eles se flexionem em um estado substancialmente plano durante a operação.

[00216] Em algumas modalidades, a espessura de um ou ambos os elementos de dobradiça de cada articulação de dobradiça aumenta em ou próximo a uma extremidade do elemento de dobradiça mais distal do diafragma ou da estrutura de base do transdutor.

[00217] Em outro aspecto, pode-se dizer geralmente que a invenção consiste em um transdutor de áudio compreendendo:

um diafragma com:

um corpo do diafragma com uma ou mais faces principais,

um reforço de estresse normal acoplado ao corpo, o reforço de estresse normal estando acoplado adjacente a pelo menos uma das ditas faces principais para resistir a estresses de compressão-tensão sofridos em ou adjacentes à face do corpo durante a operação, e

pelo menos um membro de reforço interno incorporado dentro do corpo e orientado em um ângulo em relação ao reforço de estresse normal

para resistir e/ou substancialmente mitigar a deformação por cisalhamento sofrida pelo corpo durante a operação;

um sistema de dobradiça que suporta operativamente o diafragma e com uma ou mais articulações de dobradiça, cada articulação de dobradiça compreendendo um primeiro elemento de dobradiça e um membro de contato, o membro de contato provendo uma superfície de contato,

quando em uso, cada articulação de dobradiça é configurada para permitir que o elemento de dobradiça se mova em relação ao membro de contato.

[00218] Preferencialmente, para cada articulação de dobradiça, o membro de contato tem uma superfície de contato; e em que, durante a operação, cada articulação de dobradiça é configurada para permitir que o elemento de dobradiça se mova em relação ao membro de contato associado ao mesmo tempo em que mantém um contato físico substancialmente consistente com a superfície de contato, e o conjunto de dobradiça tensiona o elemento de dobradiça em direção à superfície de contato.

[00219] Preferencialmente, o transdutor de áudio compreende adicionalmente uma estrutura de base do transdutor e o conjunto de dobradiça acopla de forma rotacional o diafragma à estrutura de base do transdutor para possibilitar que o diafragma gire durante a operação em torno de um eixo de rotação ou aproximadamente o eixo de rotação do conjunto de dobradiça. Preferencialmente, o diafragma oscila em torno do eixo de rotação durante a operação.

[00220] Preferencialmente, o contato físico substancialmente consistente compreende uma força substancialmente consistente.

[00221] Preferencialmente, o conjunto de dobradiça é configurado para aplicar uma força tensionadora ao elemento de dobradiça de cada articulação em direção à superfície de contato associada, de forma complacente.

[00222] Preferencialmente, o conjunto de dobradiça compreende adicionalmente um mecanismo tensionador e em que o elemento de dobradiça é tensionado em direção à superfície de contato por um mecanismo tensionador.

[00223] Em uma forma, o mecanismo tensionador aplica uma força tensionadora em uma direção com um ângulo menor do que 25 graus, ou menor do que 10 graus, ou menor do que 5 graus a um eixo perpendicular à superfície de contato na região de contato entre cada elemento de dobradiça e o membro de contato associado durante a operação.

[00224] Preferencialmente, o mecanismo tensionador aplica uma força tensionadora em uma direção substancialmente perpendicular à superfície de contato na região de contato entre cada elemento de dobradiça e o membro de contato associado durante a operação.

[00225] Preferencialmente, o mecanismo tensionador é substancialmente complacente. Preferencialmente, o mecanismo tensionador é substancialmente complacente em uma direção substancialmente perpendicular à superfície de contato na região de contato entre cada elemento de dobradiça e o membro de contato associado durante a operação.

[00226] Preferencialmente, o contato entre o elemento de dobradiça e o membro de contato restringe de forma substancialmente rígida o elemento de dobradiça contra movimentos de translação em relação ao membro de contato em uma direção perpendicular à superfície de contato na região de contato durante a operação.

[00227] Em uma modalidade, o mecanismo tensionador é separado da estrutura que restringe de forma rígida o elemento de dobradiça contra movimentos de translação em relação ao membro de contato em uma direção perpendicular à superfície de contato na região de

contato entre cada elemento de dobradiça e o membro de contato associado.

[00228] Em outro aspecto, pode-se dizer geralmente que a invenção consiste em um transdutor de áudio compreendendo:

um diafragma com:

um corpo do diafragma com uma ou mais faces principais, em que uma espessura máxima do corpo do diafragma é maior do que 11% de um comprimento máximo do corpo; e

um conjunto de dobradiça acoplado ao diafragma para girar o diafragma em torno de um eixo de rotação associado durante o uso,

em que o transdutor de áudio é um alto-falante eletroacústico adaptado para o uso de áudio dentro de aproximadamente 10 cm do ouvido do usuário.

Em outro aspecto, pode-se dizer geralmente que a invenção consiste em um dispositivo de áudio configurado para uso normal diretamente adjacente ou em associação direta aos ouvidos ou à cabeça de um usuário, o dispositivo de áudio incluindo pelo menos um transdutor de áudio compreendendo:

um diafragma com:

um corpo do diafragma com uma ou mais faces principais, em que uma espessura máxima do corpo do diafragma é maior do que 11% de um comprimento máximo do corpo; e

um sistema de dobradiça acoplado ao diafragma para rotacionar o diafragma em torno de um eixo de rotação associado em uso.

[00229] Preferencialmente, o transdutor de áudio é um alto-falante eletroacústico e o dispositivo de áudio é adaptado para o uso de áudio dentro de aproximadamente 10 cm do ouvido do usuário.

[00230] Preferencialmente, o dispositivo de áudio compreende adicionalmente um alojamento para acomodar o pelo menos um transdutor de áudio no mesmo.

[00231] Preferencialmente, o corpo do diafragma do transdutor de áudio compreende uma periferia externa que é pelo menos parcialmente livre de conexão física com um interior do alojamento ao longo de pelo menos uma porção da periferia.

[00232] Em outro aspecto, pode-se dizer geralmente que a invenção consiste em um transdutor de áudio compreendendo:

um diafragma:

um corpo do diafragma com uma ou mais faces principais, em que uma espessura máxima do corpo do diafragma é maior do que 11% de um comprimento máximo do corpo; e

reforço de estresse normal acoplado ao corpo, o reforço de estresse normal estando acoplado adjacente a pelo menos uma das ditas faces principais para resistir a estresses de compressão-tensão sofridos em ou adjacentes à face do corpo durante a operação; e

em que pelo menos uma face principal é destituída de qualquer reforço de estresse normal em uma ou mais regiões de borda periféricas, cada região de borda periférica estando localizada em ou além de um raio centrado em torno de uma localização de centro de massa do diafragma e que está a 50 por cento de uma distância total da localização de centro de massa até uma borda periférica mais distal da face principal; e

um alojamento compreendendo um invólucro e/ou defletor para acomodar o diafragma; e

em que o diafragma compreende uma periferia externa que é pelo menos parcialmente livre de conexão física com um interior do alojamento.

[00233] Preferencialmente, o diafragma compreende uma ou mais regiões periféricas que são livres de conexão física com o interior do alojamento. Preferencialmente, a periferia externa está significativamente livre de conexão física de forma tal que uma ou mais regiões periféricas constituem pelo menos 20%, ou mais preferencialmente pelo menos 30% de um comprimento ou perímetro da periferia. Mais preferencialmente, a

periferia externa está substancialmente livre de conexão física de forma tal que a uma ou mais regiões periféricas constituem pelo menos 50%, ou mais preferencialmente pelo menos 80% de um comprimento ou perímetro da periferia. Mais preferencialmente a periferia externa está aproximadamente completamente livre de conexão física, de forma tal que a uma ou mais regiões periféricas constituem aproximadamente um comprimento ou perímetro total da periferia.

[00234] Preferencialmente, há uma pequena lacuna de ar entre a uma ou mais regiões periféricas da periferia do diafragma que estão livres de conexão física com o interior do alojamento, e o interior do alojamento.

[00235] Preferencialmente, uma largura da lacuna de ar definida pela distância entre as regiões de borda periféricas do diafragma e o alojamento é menor do que $1/10$, e, mais preferencialmente, menor do que $1/20$ de um comprimento menor ao longo de uma face principal do corpo do diafragma.

[00236] Preferencialmente, a largura da lacuna de ar é menor do que $1/20$ do comprimento do corpo do diafragma. Preferencialmente, a largura da lacuna de ar é menor do que 1 mm.

[00237] Em outro aspecto, pode-se dizer geralmente que a invenção consiste em um transdutor de áudio compreendendo:

um diafragma com:

um corpo do diafragma composto por um material de núcleo com uma ou mais faces principais, em que uma espessura máxima do corpo do diafragma é maior do que 11% de um comprimento máximo do corpo; e

pelo menos um membro de reforço interno incorporado dentro do material de núcleo e orientado em um ângulo em relação à uma ou mais faces principais para resistir e/ou substancialmente mitigar a deformação por cisalhamento sofrida pelo material de núcleo durante a operação;

um componente de transferência de força que atua sobre o diafragma para mover o diafragma durante o uso; e

em que o transdutor de áudio é um alto-falante eletroacústico adaptado para o uso de áudio dentro de aproximadamente 10 cm do ouvido de um usuário.

[00238] Em outro aspecto, pode-se dizer geralmente que a invenção consiste em um dispositivo de áudio configurado para uso normal diretamente adjacente ou em associação direta aos ouvidos ou à cabeça de um usuário, o dispositivo de áudio incluindo pelo menos um transdutor de áudio compreendendo:

um diafragma com:

um corpo do diafragma composto por um material de núcleo com uma ou mais faces principais, em que uma espessura máxima do corpo do diafragma é maior do que 11% de um comprimento máximo do corpo; e

pelo menos um membro de reforço interno incorporado dentro do material de núcleo e orientado em um ângulo em relação à uma ou mais faces principais para resistir e/ou substancialmente mitigar a deformação por cisalhamento sofrida pelo material de núcleo durante a operação; e

um componente de transferência de força que atua sobre o diafragma para mover o diafragma em uso.

[00239] Em outro aspecto, pode-se dizer geralmente que a invenção consiste em um transdutor de áudio compreendendo:

um diafragma com:

um corpo do diafragma com uma ou mais faces principais,

um reforço de estresse normal acoplado ao corpo, o reforço de estresse normal estando acoplado adjacente a pelo menos uma das ditas faces principais para resistir a estresses de compressão-tensão sofridos em ou adjacentes à face do corpo durante a operação, e

pelo menos um membro de reforço interno incorporado dentro do corpo e orientado em um ângulo em relação ao reforço de estresse normal para resistir e/ou substancialmente mitigar a deformação por cisalhamento sofrida pelo corpo durante a operação,

uma estrutura de base do transdutor, e
um conjunto de dobradiça,

em que o diafragma é suportado operativamente pelo conjunto de dobradiça para girar em torno de um eixo de rotação aproximado em relação à estrutura de base do transdutor, e

em que o conjunto de dobradiça compreende uma ou mais partes configuradas para facilitar o movimento do diafragma e que contribui de forma significativa para resistir ao deslocamento de translação do diafragma em relação à estrutura de base do transdutor, e que tem um módulo de Young maior do que aproximadamente 8 GPa, ou, mais preferencialmente, maior do que aproximadamente 20 GPa.

[00240] Preferencialmente, todas as partes do conjunto de dobradiça que suportam o diafragma operativamente durante o uso têm um módulo de Young maior do que aproximadamente 8 GPa, ou, mais preferencialmente, maior do que aproximadamente 20 GPa.

[00241] Preferencialmente, todas as partes do conjunto de dobradiça que são configuradas para facilitar o movimento do diafragma e contribuem de forma significativa para resistir ao deslocamento de translação do diafragma em relação à estrutura de base do transdutor, têm um módulo de Young maior do que 0,1 GPa.

[00242] Em outro aspecto, pode-se dizer geralmente que a presente invenção consiste em um transdutor de áudio compreendendo:

um diafragma com um corpo do diafragma que permanece substancialmente rígido durante a operação;

um sistema de dobradiça configurado para suportar operativamente o diafragma em uso, e compreendendo um conjunto de dobradiça com uma ou mais articulações de dobradiça, em que cada articulação de dobradiça compreende um elemento de dobradiça e um membro de contato, o membro de contato com uma superfície de contato; e

em que, durante a operação, cada articulação de dobradiça é configurada para permitir que o elemento de dobradiça se mova em relação ao membro de contato associado ao mesmo tempo em que mantém um contato físico substancialmente consistente com a superfície de contato, e o conjunto de dobradiça tensiona o elemento de dobradiça em direção à superfície de contato.

[00243] Preferencialmente, o transdutor de áudio compreende adicionalmente uma estrutura de base do transdutor e o conjunto de dobradiça acopla de forma rotacional o diafragma à estrutura de base do transdutor para possibilitar que o diafragma gire durante a operação em torno de um eixo de rotação ou aproximadamente o eixo de rotação do conjunto de dobradiça. Preferencialmente, o diafragma oscila em torno do eixo de rotação durante a operação.

[00244] Preferencialmente, o contato físico substancialmente consistente compreende uma força substancialmente consistente.

[00245] Preferencialmente, o conjunto de dobradiça é configurado para aplicar uma força tensionadora ao elemento de dobradiça de cada articulação em direção à superfície de contato associada, de forma complacente.

[00246] Preferencialmente, o diafragma tem um corpo do diafragma substancialmente rígido.

[00247] Preferencialmente, o conjunto de dobradiça compreende adicionalmente um mecanismo tensionador e em que o elemento de dobradiça é tensionado em direção à superfície de contato por um mecanismo tensionador.

[00248] Em uma forma, o mecanismo tensionador aplica uma força tensionadora em uma direção com um ângulo menor do que 25 graus, ou menor do que 10 graus, ou menor do que 5 graus a um eixo perpendicular à superfície de contato na região de contato entre cada

elemento de dobradiça e o membro de contato associado durante a operação.

[00249] Preferencialmente, o mecanismo tensionador aplica uma força tensionadora em uma direção substancialmente perpendicular à superfície de contato na região de contato entre cada elemento de dobradiça e o membro de contato associado durante a operação.

[00250] Preferencialmente, o mecanismo tensionador é substancialmente complacente. Preferencialmente, o mecanismo tensionador é substancialmente complacente em uma direção substancialmente perpendicular à superfície de contato na região de contato entre cada elemento de dobradiça e o membro de contato associado durante a operação.

[00251] Preferencialmente, o mecanismo tensionador é substancialmente complacente. Preferencialmente, o mecanismo tensionador é substancialmente complacente em se tratando de que ele aplica uma força tensionadora em oposição a um deslocamento tensionador em uma direção substancialmente perpendicular à superfície de contato na região de contato entre cada elemento de dobradiça e o membro de contato associado durante a operação.

[00252] Preferencialmente, o mecanismo tensionador é substancialmente complacente. Preferencialmente, o mecanismo tensionador é substancialmente complacente em se tratando de que a força tensionadora não muda muito se, durante o uso, o elemento de dobradiça se deslocar ligeiramente em uma direção substancialmente perpendicular à superfície de contato na região de contato entre cada elemento de dobradiça e o membro de contato associado durante a operação.

[00253] Preferencialmente, o contato entre o elemento de dobradiça e o membro de contato restringe de forma substancialmente rígida o elemento de dobradiça contra movimentos de translação em

relação ao membro de contato em uma direção perpendicular à superfície de contato na região de contato durante a operação.

[00254] Em uma modalidade, o mecanismo tensionador é separado da estrutura que restringe de forma rígida o elemento de dobradiça contra movimentos de translação em relação ao membro de contato em uma direção perpendicular à superfície de contato na região de contato entre cada elemento de dobradiça e o membro de contato associado.

[00255] Em uma modalidade, o diafragma compreende o mecanismo tensionador.

[00256] Preferencialmente, quando forças adicionais são aplicadas ao elemento de dobradiça e o vetor que representa a força líquida passa através da localização do contato físico dos elementos de dobradiça com a superfície de contato e quando a força líquida é pequena em comparação com a força tensionadora, o contato físico consistente entre o elemento de dobradiça e o membro de contato restringe de forma rígida a parte de contato do elemento de dobradiça contra os movimentos de translação em relação à estrutura de base do transdutor, onde o elemento de dobradiça contata o membro de contato em uma direção perpendicular à superfície de contato no ponto de contato.

[00257] Preferencialmente, quando forças adicionais são aplicadas ao elemento de dobradiça e o vetor que representa a força líquida passa através da localização do contato físico dos elementos de dobradiça com a superfície de contato e quando a força líquida é pequena em comparação com a força tensionadora, o contato físico consistente entre o elemento de dobradiça e o membro de contato efetivamente restringe de forma rígida a parte de contato do elemento de dobradiça contra todos os movimentos de translação em relação à estrutura de base do transdutor no ponto de contato.

[00258] Preferencialmente, o mecanismo tensionador é suficientemente complacente, de forma tal que:

quando o diafragma está em uma posição neutra durante a operação;
e

uma força adicional é aplicada ao elemento de dobradiça a partir do membro de contato em uma direção através da uma região de contato do elemento de dobradiça com a superfície de contato que é perpendicular à superfície de contato; e

a força adicional é relativamente pequena em comparação à força tensionadora de forma que não ocorra nenhuma separação entre o elemento de dobradiça e o membro de contato;

a mudança resultante em uma força de reação exercida pelo membro de contato sobre o elemento de dobradiça é maior do que a mudança resultante na força exercida pelo mecanismo tensionador.

[00259] Preferencialmente, a mudança resultante é pelo menos quatro vezes maior, mais preferencialmente pelo menos 8 vezes maior, e mais preferencialmente pelo menos 20 vezes maior.

[00260] Preferencialmente, a complacência da estrutura tensionadora exclui a complacência associada com e na região de contato entre os componentes não unidos dentro do mecanismo tensionador, em comparação com o membro de contato.

[00261] Preferencialmente, o corpo do diafragma mantém uma forma substancialmente rígida ao longo da FRO do transdutor durante a operação.

[00262] Preferencialmente, o diafragma é conectado de forma rígida ao conjunto de dobradiça.

[00263] Preferencialmente, o diafragma mantém uma forma substancialmente rígida ao longo da FRO do transdutor durante a operação.

[00264] Em algumas modalidades, o diafragma compreende um único corpo do diafragma. Em modalidades alternativas, o diafragma compreende uma pluralidade de corpos do diafragma.

[00265] Preferencialmente, o contato entre o elemento de dobradiça e o membro de contato restringe de forma rígida o elemento de dobradiça contra todos os movimentos de translação em relação ao membro de contato.

[00266] Preferencialmente, o eixo de rotação coincide com a região de contato entre o elemento de dobradiça e a superfície de contato de cada articulação de dobradiça.

[00267] Em uma configuração, um ou mais componentes do conjunto de dobradiça é conectado de forma rígida à estrutura de base do transdutor.

[00268] Preferencialmente, o elemento de dobradiça é conectado de forma rígida como parte do diafragma.

[00269] Preferencialmente, o membro de contato é conectado de forma rígida como parte da estrutura de base do transdutor.

[00270] Preferencialmente, um dentre qualquer um dos elementos de dobradiça e dos membros de contato está conectado de forma rígida como parte do diafragma, e o outro está conectado de forma rígida como parte da estrutura de base do transdutor.

[00271] Preferencialmente, em uma região de contato entre cada elemento de dobradiça e a superfície de contato associada, um dentre o elemento de dobradiça e o membro de contato está conectado rigidamente de forma eficaz ao diafragma, e o outro está conectado rigidamente de forma eficaz à estrutura de base do transdutor.

[00272] Em uma modalidade, o contato físico substancialmente consistente compreende uma força substancialmente consistente e, em uma região de contato entre cada elemento de dobradiça e a superfície de contato associada, um dentre o elemento de dobradiça e o membro de

contato está conectado rigidamente de forma eficaz ao diafragma, e o outro está conectado rigidamente de forma eficaz à estrutura de base do transdutor. Preferencialmente, o conjunto de dobradiça é configurado para aplicar uma força tensionadora ao elemento de dobradiça de cada articulação em direção à superfície de contato associada, de forma complacente. Preferencialmente, o conjunto de dobradiça é configurado para aplicar uma força tensionadora ao elemento de dobradiça de cada articulação em direção à superfície de contato associada, de forma complacente.

[00273] Preferencialmente, o corpo do diafragma compreende uma espessura máxima que é maior do que 15% de um comprimento do eixo de rotação até uma extremidade terminal oposta mais distal do diafragma, ou, mais preferencialmente maior do que 20%.

[00274] Preferencialmente, o corpo do diafragma está em grande proximidade a ou em contato com a superfície de contato.

[00275] Preferencialmente, a distância do corpo do diafragma até a superfície de contato é menor do que a metade de uma distância total do eixo de rotação até uma periferia mais longe do corpo do diafragma, ou, mais preferencialmente, menor do que 1/4 da distância total, ou, mais preferencialmente, menor do que 1/8 da distância total, ou, mais preferencialmente, menor do que 1/16 da distância total.

[00276] Preferencialmente, em todos os momentos durante a operação normal, uma região do membro de contato de cada articulação de dobradiça que está em grande proximidade à superfície de contato é conectada rigidamente de forma eficaz à estrutura de base do transdutor.

[00277] Preferencialmente, em todos os momentos durante a operação normal, uma região de contato entre a superfície de contato e o elemento de dobradiça de cada articulação de dobradiça é substancialmente imóvel de forma eficaz em relação tanto ao diafragma

quanto à estrutura de base do transdutor em termos de deslocamentos de translação.

[00278] Preferencialmente, um dentre o diafragma e a estrutura de base do transdutor é conectado rigidamente de forma eficaz a pelo menos uma parte do elemento de dobradiça de cada articulação de dobradiça nas imediações da região de contato, e o outro dentre o diafragma e a estrutura de base do transdutor é conectado rigidamente de forma eficaz a pelo menos uma parte do membro de contato de cada articulação de dobradiça nas imediações da região de contato.

[00279] Preferencialmente, qualquer um dentre o membro de contato ou elemento de dobradiça de cada articulação de dobradiça que compreende um raio menor da superfície de contato no perfil de seção transversal em um plano perpendicular ao eixo de rotação é menor do que 30%, mais preferencialmente menor do que 20%, e mais preferencialmente menor do que aproximadamente 10% de um maior comprimento a partir da região de contato em uma direção perpendicular ao eixo de rotação, através de todos os componentes conectados rigidamente de forma eficaz a uma parte localizada do componente que é imediatamente adjacente à região de contato.

[00280] Preferencialmente, qualquer um dentre o membro de contato ou elemento de dobradiça de cada articulação de dobradiça que compreende um raio menor da superfície de contato quando em perfil de seção transversal em um plano perpendicular ao eixo de rotação é menor do que 30%, mais preferencialmente menor do que 20%, e mais preferencialmente menor do que 10% de uma distância, em uma direção perpendicular ao eixo de rotação, através do menor dentre:

[00281] A dimensão máxima ao longo de todos os componentes é conectada rigidamente de forma eficaz à parte do membro de contato imediatamente adjacente ao ponto de contato com o conjunto de dobradiça, e:

[00282] A dimensão máxima através de todos os componentes conectados rigidamente de forma eficaz à parte do elemento de dobradiça imediatamente adjacente ao ponto de contato com a superfície de contato.

[00283] Preferencialmente, o elemento de dobradiça de cada articulação de dobradiça compreende um raio na superfície de contato que é menor do que 30%, mais preferencialmente, menor do que 20%, e mais preferencialmente, menor do que 10% de: um comprimento da região de contato, em uma direção perpendicular ao eixo de rotação, até uma extremidade terminal do diafragma, e/ou um comprimento do corpo do diafragma. Alternativamente, o membro de contato de cada articulação de dobradiça compreende um raio na superfície de contato que é menor do que 30%, mais preferencialmente, menor do que 20%, e mais preferencialmente, menor do que 10% de: um comprimento da região de contato, em uma direção perpendicular ao eixo de rotação, até uma extremidade terminal da estrutura de base do transdutor, e/ou um comprimento da estrutura de base do transdutor.

[00284] Em algumas configurações, o conjunto de dobradiça compreende uma única articulação de dobradiça para acoplar de forma rotacional o diafragma à estrutura de base do transdutor. Em algumas configurações, o conjunto de dobradiça compreende múltiplas articulações de dobradiça, por exemplo, duas articulações de dobradiça localizadas de cada lado do diafragma.

[00285] Preferencialmente, o elemento de dobradiça é incorporado em ou anexado a uma superfície da extremidade do diafragma, o elemento de dobradiça é arranjado para girar ou rolar sobre a superfície de contato, ao mesmo tempo em que mantém um contato físico consistente com a superfície de contato para, desse modo, possibilitar o movimento do diafragma.

[00286] Preferencialmente, a articulação de dobradiça é configurada para permitir que o elemento de dobradiça se mova de maneira substancialmente rotacional em relação ao membro de contato.

[00287] Preferencialmente, o elemento de dobradiça é configurado para rolar contra o membro de contato com deslizamento insignificante durante a operação.

[00288] Preferencialmente, o elemento de dobradiça é configurado para rolar contra o membro de contato sem nenhum deslizamento durante a operação.

[00289] Alternativamente, o elemento de dobradiça é configurado para se esfregar ou torcer sobre a superfície de contato durante a operação.

[00290] Preferencialmente, o conjunto de dobradiça é configurado de forma tal que o contato entre o elemento de dobradiça e o membro de contato restrinja de forma rígida algum ponto no elemento de dobradiça que está localizado em ou em outro local em grande proximidade à região de contato, contra todos os movimentos de translação em relação ao membro de contato.

[00291] Preferencialmente, um dentre o elemento de dobradiça ou o membro de contato compreende uma superfície de contato curva de forma convexa, pelo menos em um perfil de seção transversal ao longo de um plano perpendicular ao eixo de rotação, na região de contato.

[00292] Preferencialmente, o outro dentre o elemento de dobradiça ou o membro de contato compreende uma superfície de contato curva de forma côncava, pelo menos em um perfil de seção transversal ao longo de um plano perpendicular ao eixo de rotação, na região de contato.

[00293] Preferencialmente, um dentre o elemento de dobradiça ou o membro de contato compreende uma superfície de contato com uma ou mais porções ou projeções elevadas configuradas para impedir que o outro dentre o elemento de dobradiça ou o membro de contato se mova

além da porção ou projeção elevada quando uma força externa é exibida ou aplicada ao transdutor de áudio.

[00294] Em uma forma, o elemento de dobradiça compreende a superfície de contato curva de forma convexa e o membro de contato compreende a superfície de contato curva de forma côncava. Em uma forma alternativa, o elemento de dobradiça compreende a superfície de contato curva de forma côncava e o membro de contato compreende a superfície de contato curva de forma convexa.

[00295] Em uma forma, o elemento de dobradiça compreende, pelo menos em parte, um perfil de seção transversal côncavo ou convexo quando visto em um plano perpendicular ao eixo de rotação, onde ele entra em contato físico com a superfície de contato.

[00296] Em uma forma, o elemento de dobradiça compreende, pelo menos em parte, um perfil de seção transversal convexo, quando visto em um plano perpendicular ao eixo de rotação, e o perfil da superfície de contato é substancialmente plano, no mesmo plano, ou vice-versa.

[00297] De outra forma, o elemento de dobradiça compreende, pelo menos em parte, um perfil de seção transversal côncavo, quando visto em um plano perpendicular ao eixo de rotação, e a superfície de contato compreende um perfil de seção transversal convexo em um plano perpendicular ao eixo de rotação, onde o contato físico é feito, em que o elemento de dobradiça e a superfície de contato são arranjados para balançar ou rolar em relação um ao outro ao longo das superfícies côncava e convexa durante o uso.

[00298] De outra forma, o elemento de dobradiça compreende, pelo menos em parte, um perfil de seção transversal convexo, quando visto em um plano perpendicular ao eixo de rotação, e a superfície de contato compreende um perfil de seção transversal convexo em um plano perpendicular ao eixo de rotação, para permitir que o elemento de

dobradiça e a superfície de contato balancem ou rolem em relação um ao outro durante o uso ao longo de superfícies.

[00299] De outra forma, um primeiro elemento dentre o elemento de dobradiça ou o membro de contato compreende um contato curvo de forma convexa em pelo menos um perfil de seção transversal ao longo de um plano perpendicular ao eixo de rotação, e o outro segundo elemento dentre o elemento de dobradiça e o membro de contato compreende uma superfície de contato com uma região central que é substancialmente plana, ou que compreende um raio substancialmente grande, e é suficientemente amplo de forma tal que o primeiro elemento esteja localizado centralmente e não se mova substancialmente além da região central substancialmente plana durante a operação normal, e, quando visto em perfil de seção transversal em um plano perpendicular ao eixo de rotação, uma ou mais porções elevadas configuradas para recentralizar o primeiro elemento em direção à região substancialmente centra, quando uma força externa é exibida.

[00300] As porções elevadas podem ser porções de borda elevadas.

[00301] Alternativamente, a região central é côncava para gradualmente recentralizar o primeiro elemento durante a operação normal ou quando uma força externa é exibida.

[00302] Preferencialmente, o primeiro elemento é o elemento de dobradiça e o segundo elemento é o membro de contato.

[00303] Preferencialmente, qualquer um dentre o elemento de dobradiça e a superfície de contato que compreenda uma superfície de contato curva de forma convexa com um raio de curvatura relativamente menor em perfil de seção transversal ao longo de um plano perpendicular ao eixo de rotação, tem um raio r em metros que satisfaz a relação:

$$r > \frac{E \cdot l}{1000,000,000} \times (2\pi f)^2 ;$$

e/ou tem um raio r em metros que satisfaz a relação:

$$r < \frac{E \cdot l}{1000,000,000} \times (2\pi f)^2$$

onde l é a distância em metros do eixo de rotação do elemento de dobradiça em relação ao membro de contato até a parte mais distal do diafragma, f é a frequência de ressonância fundamental do diafragma em Hz, e E está preferencialmente na faixa de 50-140, por exemplo, E é 140, mais preferencialmente, é 100, mais preferencialmente, novamente, é 70, ainda mais preferencialmente, é 50 e, mais preferencialmente, é 40.

[00304] Em uma forma, o mecanismo tensionador usa o mecanismo ou estrutura magnética para tensionar ou impulsionar o elemento de dobradiça em direção à superfície de contato do membro de contato.

[00305] Preferencialmente, o elemento de dobradiça compreende, ou consiste em, um elemento ou corpo magnético.

[00306] Preferencialmente, o elemento ou corpo magnético é incorporado no diafragma.

[00307] Preferencialmente, o elemento ou corpo magnético é uma haste de aço ferromagnético acoplada a ou de outra forma incorporada dentro do diafragma em uma superfície da extremidade do corpo do diafragma.

[00308] Preferencialmente, a haste tem um perfil substancialmente cilíndrico.

[00309] Preferencialmente, o perfil aproximadamente cilíndrico da haste tem um diâmetro de aproximadamente entre 1-10 mm.

[00310] Em uma forma, a porção da haste que entra em contato físico com a superfície de contato compreende um perfil convexo com um raio de aproximadamente entre 0,05 mm e 0,15 mm.

[00311] Em algumas modalidades, o mecanismo tensionador pode compreender um primeiro elemento magnético que contata ou está conectado de forma rígida ao elemento de dobradiça, e também um segundo elemento magnético, em que as forças magnéticas entre o

primeiro e o segundo elementos magnéticos tensionam ou impulsionam o elemento de dobradiça em direção à superfície de contato, de forma a manter o contato físico consistente entre o elemento de dobradiça e a superfície de contato durante o uso.

[00312] O primeiro elemento magnético pode ser um fluido ferromagnético.

[00313] O primeiro elemento magnético pode ser um fluido ferromagnético localizado perto de uma extremidade do corpo do diafragma.

[00314] O segundo elemento magnético pode ser um ímã permanente ou um eletroímã.

[00315] Alternativamente, o segundo elemento magnético pode ser uma parte de aço ferromagnético que é acoplada ou incorporada na superfície de contato do membro de contato.

[00316] Preferencialmente, o membro de contato está localizado entre o primeiro e o segundo elementos magnéticos.

[00317] Em algumas modalidades, o mecanismo tensionador compreende um mecanismo mecânico para tensionar ou impulsionar o elemento de dobradiça em direção à superfície de contato do membro de contato.

[00318] Em uma forma, o mecanismo tensionador compreende um elemento ou membro resiliente que tensiona ou impulsiona o elemento de dobradiça em direção à superfície de contato.

[00319] Preferencialmente, o elemento resiliente é uma mola plana de aço.

[00320] Alternativamente ou adicionalmente, o mecanismo tensionador pode compreender elásticos de borracha em tensão, blocos de borracha em compressão, e fluido ferromagnético atraídos por um ímã.

[00321] Preferencialmente, a articulação de dobradiça também compreende uma estrutura de fixação para localizar o elemento de

dobradiça em uma localização operacional e física desejada em relação ao membro de contato.

[00322] Em uma forma, a estrutura de fixação é um conjunto de fixação mecânico que compreende membros de fixação, tais como pinos, acoplados a cada extremidade do elemento de dobradiça, e um ou mais fios que, cada um, têm uma extremidade acoplada a um membro de fixação e então outra extremidade acoplada ao membro de contato, em que a porção intermediária do fio esteja arranjada para se curvar em torno de uma seção transversal do elemento de dobradiça para, desse modo, manter o elemento de dobradiça na localização operacional e física desejada em relação ao membro de contato.

[00323] Em uma forma, a estrutura de fixação é um conjunto de fixação mecânico que compreende um ou mais elementos flexíveis finos com uma extremidade fixa, direta ou indiretamente, a uma extremidade do elemento de dobradiça e, então, outra extremidade acoplada ao membro de contato, em que a porção intermediária do fio esteja arranjada para se curvar em torno de uma seção transversal do elemento de dobradiça ou um componente anexado de forma rígida ao elemento de dobradiça para, desse modo, manter o elemento de dobradiça na localização operacional e física desejada em relação ao membro de contato.

[00324] Preferencialmente, o elemento flexível fino é um fio, mais preferencialmente um fio com múltiplos filamentos.

[00325] Preferencialmente, elemento flexível fino exibe baixa deformação.

[00326] Preferencialmente, o elemento flexível fino exibe alta resistência à abrasão.

[00327] Preferencialmente, o elemento flexível fino é uma fibra de poliéster aromático, tal como fibra vectranTM.

[00328] Em uma forma, a estrutura de fixação é um conjunto de fixação mecânico que compreende um ou mais fios com uma extremidade

fixa, direta ou indiretamente, a uma extremidade do elemento de dobradiça e, então, outra extremidade acoplada ao membro de contato, em que a porção intermediária do fio esteja arranjada para se curvar em torno de uma seção transversal de qualquer componente dentre o elemento de dobradiça e o membro de contato que for o mais convexo em perfil lateral na localização na qual eles estiverem em contato, para, desse modo, manter o elemento de dobradiça na localização operacional e física desejada em relação ao membro de contato.

[00329] Preferencialmente, o raio em torno do qual o fio é curvado tem substancialmente o mesmo perfil lateral que a superfície de contato do mesmo componente.

[00330] Preferencialmente, o raio em torno do qual o fio é curvado tem um raio que é pouco menor em todas as localizações em comparação com o perfil lateral da superfície de contato do mesmo componente, pela metade da espessura do fio na mesma localização.

[00331] Em uma forma, a estrutura de fixação é um conjunto de fixação mecânico que compreende um elemento flexível que conecta uma extremidade ao elemento de dobradiça e a outra extremidade ao membro de contato, está localizada próxima a e paralela ao eixo de rotação do elemento de dobradiça em relação ao membro de contato, tem paredes suficientemente finas a fim de que seja resiliente em termos de torção ao longo do comprimento, e seja suficientemente ampla na direção perpendicular ao eixo da dobradiça e paralela à superfície de contato, de forma tal que ela seja relativamente não complacente em termos de translação de uma extremidade na mesma direção e, desse modo, restringe que o elemento de dobradiça deslize contra a superfície de contato na mesma direção.

[00332] Preferencialmente, o elemento flexível fino é uma mola plana.

[00333] Preferencialmente, o elemento flexível fino é uma tira sólida fina, por exemplo, calço de metal.

[00334] Preferencialmente, o elemento flexível é feito de um material que é resistente a fadiga e deformação, por exemplo, aço ou titânio.

[00335] Preferencialmente, o conjunto de dobradiça tensiona o elemento de dobradiça em direção à superfície de contato do membro de contato usando uma força tensionadora que permanece substancialmente constante durante o uso.

[00336] Preferencialmente, o conjunto de dobradiça tensiona o elemento de dobradiça em direção à superfície de contato do membro de contato usando uma força tensionadora que é maior do que a força da gravidade que atua sobre o diafragma, ou, mais preferencialmente, maior do que 1,5 vezes a força da gravidade que atua sobre o diafragma.

[00337] Preferencialmente, a força tensionadora é substancialmente grande em relação à força de excitação máxima do diafragma.

[00338] Preferencialmente, a força tensionadora é maior do que 1,5, ou, mais preferencialmente, maior do que 2,5, ou, ainda mais preferencialmente, maior do que 4 vezes a força de excitação máxima sofrida durante a operação normal do transdutor.

[00339] Preferencialmente, o conjunto de dobradiça tensiona o elemento de dobradiça em direção à superfície de contato do membro de contato usando uma força tensionadora que é suficientemente grande de forma tal que contato substancialmente sem deslizamento seja mantido entre o elemento de dobradiça e a superfície de contato quando a excitação máxima é aplicada ao diafragma durante a operação normal do transdutor.

[00340] Preferencialmente, a força tensionadora em uma articulação de dobradiça em particular é maior do que 3 ou 6 ou 10 vezes maior do que o componente da força de reação que atua em uma direção

de forma tal a causar deslizamento entre o elemento de dobradiça e a superfície de contato quando a excitação máxima é aplicada ao diafragma durante a operação normal do transdutor.

[00341] Preferencialmente, pelo menos 30%, ou, mais preferencialmente, pelo menos 50%, ou, mais preferencialmente, pelo menos 70% da força de contato entre o elemento de dobradiça e o membro de contato é provida pelo mecanismo tensionador.

[00342] Preferencialmente, o mecanismo tensionador é suficientemente complacente, de forma tal que a força tensionadora que ele aplica não varia em mais do que 200%, ou, mais preferencialmente, 150% ou, mais preferencialmente, 100% da força média quando o transdutor está em repouso, quando o diafragma atravessa sua faixa de excursão total durante a operação normal.

[00343] Preferencialmente, a estrutura tensionadora é suficientemente complacente de forma tal que a articulação de dobradiça é significativamente assimétrica em se tratando de que o mecanismo tensionador que aplica a força tensionadora ao elemento de dobradiça em uma direção é aplicado de forma complacente em relação à força de reação resultante.

[00344] Preferencialmente, dita força de reação é aplicada na forma de um deslocamento substancialmente constante.

[00345] Preferencialmente, dita força de reação é provida por partes do membro de contato que conectam a superfície de contato ao corpo principal do membro de contato, as quais são comparativamente não complacentes.

[00346] Preferencialmente, o elemento de dobradiça é rigidamente conectado ao corpo do diafragma, e a região do elemento de dobradiça imediatamente local à superfície de contato, e conexões entre essa região e o resto do diafragma são não complacentes em relação ao mecanismo tensionador.

[00347] Em algumas modalidades, a rigidez geral k (onde "k" é conforme definido na lei de Hook) do mecanismo tensionador que atua no elemento de dobradiça, a inércia rotacional em torno de seu eixo de rotação da parte do diafragma apoiado por meio de ditas superfícies de contato, e a frequência de ressonância fundamental do diafragma em Hz (f) satisfazem a relação:

$$k < C \times 10,000 \times (2\pi f)^2 \times I$$

em que C é uma constante preferencialmente dada por 200, ou, mais preferencialmente, por 130, ou, mais preferencialmente, dada por 100, ou, mais preferencialmente, dada por 60, ou, mais preferencialmente, dada por 40, ou, mais preferencialmente, dada por 20, ou, mais preferencialmente, dada por 10.

[00348] Em algumas modalidades, o mecanismo tensionador é suficientemente complacente de forma tal que, quando o diafragma está em seu deslocamento de equilíbrio durante a operação normal, se duas pequenas forças iguais e opostas forem aplicadas perpendicularmente a um par de superfícies de contato, uma força para cada superfície, em direções tais como para separá-las, a relação entre um pequeno (preferencialmente infinitesimal) aumento da força em Newtons (dF), acima e além da força necessária para apenas atingir a separação inicial, a mudança resultante da separação nas superfícies em metros (dx), resultante da deformação do resto do alto-falante, excluindo a complacência associada à e na região de contato localizada entre os componentes não unidos, a inércia rotacional em torno de seu eixo de rotação da parte do diafragma suportada por meio de ditas superfícies de contato (I_s), e a frequência de ressonância fundamental do diafragma em Hz (f) satisfazem a relação:

$$\frac{dF}{dx} < C \times 10,000 \times (2\pi f)^2 \times I_s$$

em que C é uma constante preferencialmente dada por 200, ou, mais preferencialmente, por 130, ou, mais preferencialmente, dada por 100, ou,

mais preferencialmente, dada por 60, ou, mais preferencialmente, dada por 40, ou, mais preferencialmente, dada por 20, ou, mais preferencialmente, dada por 10.

[00349] Preferencialmente, parte do mecanismo tensionador é rigidamente conectada ao mecanismo de base do transdutor.

[00350] Alternativamente ou adicionalmente, o diafragma compreende o mecanismo tensionador.

[00351] Em algumas modalidades, a média ($\sum F_n/n$) de todas as forças em Newtons (F_n) que tensionam cada elemento de dobradiça em direção a sua superfície de contato associada dentro do número n de articulações de dobradiça desse tipo dentro do conjunto de dobradiça satisfaz de forma consistente a seguinte relação enquanto a força de excitação constante é aplicada, tal como para deslocar o diafragma para qualquer posição dentro de sua faixa de movimento normal:

$$\frac{\sum F_n}{n} > D \times \frac{1}{n} \times (2\pi f)^2 \times I$$

onde D é uma constante preferencialmente igual a 5, ou, mais preferencialmente, igual a 15, ou, mais preferencialmente, igual a 30, ou, mais preferencialmente, igual a 40.

[00352] Em algumas modalidades, o mecanismo tensionador aplica uma média ($\sum F_n/n$) de todas as forças em Newtons (F_n) que tensionam cada elemento de dobradiça em direção a sua superfície de contato associada dentro do número n de articulações de dobradiça desse tipo dentro do conjunto de dobradiça satisfaz de forma consistente a seguinte relação quando a força de excitação constante é aplicada, tal como para deslocar o diafragma para qualquer posição dentro de sua faixa de movimento normal:

$$\frac{\sum F_n}{n} < D \times \frac{1}{n} \times (2\pi f)^2 \times I$$

em que D é uma constante preferencialmente igual a 200, ou, mais preferencialmente, igual a 150, ou, ainda mais preferencialmente, igual a 100, ou, mais preferencialmente, igual a 80.

[00353] Em algumas modalidades, o mecanismo tensionador aplica uma força líquida F que tensiona um elemento de dobradiça para um membro de contato que satisfaz a relação:

$$F > D \times (2\pi f_l)^2 \times I_s$$

onde I_s (em $\text{kg} \cdot \text{m}^2$) é a inércia rotacional, em torno do eixo de rotação, da parte do diafragma que é suportada pelo elemento de dobradiça, f_l (em Hz), é o limite inferior da FRO, e D é uma constante preferencialmente igual a 5, ou, mais preferencialmente, igual a 15, ou, mais preferencialmente, igual a 30, ou, mais preferencialmente, igual a 40, ou, mais preferencialmente, igual a 50, ou, mais preferencialmente, igual a 60, ou, mais preferencialmente, igual a 70.

[00354] Preferencialmente, essa relação é satisfeita de forma consistente em todos os ângulos de rotação do elemento de dobradiça em relação ao membro de contato durante o curso de operação normal.

[00355] Preferencialmente, o conjunto de dobradiça compreende adicionalmente um mecanismo de restauração para restaurar o diafragma para uma posição rotacional neutra desejada quando nenhuma força de excitação é aplicada ao diafragma.

[00356] Em uma forma, o mecanismo de restauração compreende uma barra de torção anexada a uma extremidade do corpo do diafragma. Nessa configuração, a barra de torção compreende uma seção mediana que flexiona mediante torção, e seções de extremidade que são acopladas ao diafragma e à estrutura de base do transdutor.

[00357] Preferencialmente, pelo menos uma extremidade das seções provê complacência de translação na direção do eixo principal da barra de torção.

[00358] Preferencialmente uma, ou, mais preferencialmente, ambas as seções de extremidade incorporam flexibilidade rotacional em direções perpendiculares ao comprimento da seção mediana.

[00359] Preferencialmente, a flexibilidade de translação e de rotação é provida por uma ou mais paredes planas e finas em uma ou ambas as extremidades da barra de torção, cujo plano é/são orientado(s) substancialmente perpendicular(es) ao eixo principal da barra de torção.

[00360] Preferencialmente, ambas as seções de extremidade são relativamente não complacentes em termos de translações em direções perpendiculares ao eixo principal da barra de torção.

[00361] Em algumas modalidades, o transdutor de áudio compreende adicionalmente um mecanismo de excitação que inclui uma bobina e fios condutores que se conectam à bobina, em que os fios condutores estão anexados à superfície da seção mediana da barra de torção.

[00362] Preferencialmente, os fios são anexados próximos a um eixo que flui paralelo à barra de torção e em torno do qual a barra de torção gira durante a operação normal do transdutor.

[00363] Em outra forma, o mecanismo de restauração compreende um elemento complacente, tal como um silicone ou borracha, localizado próximo ao eixo de rotação.

[00364] Preferencialmente, o elemento complacente compreende uma seção mediana estreita e seções de extremidade com área aumentada para facilitar conexões seguras.

[00365] Em outra forma, parte ou toda a força de restauração é provida dentro da articulação de dobradiça através da geometria das superfícies de contato e através da localização, direção e intensidade da força tensionadora aplicada pela estrutura tensionadora.

[00366] De outra forma, uma parte da força centralizadora é provida por elementos magnéticos.

[00367] Em uma forma, um ou mais componentes do conjunto de dobradiça são feitos de um material com um módulo de Young maior do que 6 GPa, ou, mais preferencialmente, maior do que 10 GPa.

[00368] Em outro aspecto, pode-se dizer geralmente que a presente invenção consiste em um transdutor de áudio compreendendo:

um diafragma com um corpo do diafragma que permanece substancialmente rígido durante a operação;

um sistema de dobradiça configurado para suportar operativamente o diafragma durante o uso, e compreendendo um conjunto de dobradiça com uma ou mais articulações de dobradiça, em que cada articulação de dobradiça compreende um elemento de dobradiça e um membro de contato, o membro de contato com uma superfície de contato;

em que, durante a operação, cada articulação de dobradiça é configurada para permitir que o elemento de dobradiça se mova em relação ao membro de contato associado ao mesmo tempo em que mantém um contato físico substancialmente consistente com a superfície de contato, e o conjunto de dobradiça tensiona o elemento de dobradiça em direção à superfície de contato; e

em que pelo menos partes tanto do elemento de dobradiça quanto do membro de contato na região imediata da superfície de contato são feitas de um material rígido.

[00369] Em uma modalidade, o contato físico substancialmente consistente compreende uma força substancialmente consistente e, em uma região de contato entre cada elemento de dobradiça e a superfície de contato associada, um dentre o elemento de dobradiça e o membro de contato está conectado rigidamente de forma eficaz ao diafragma, e o outro está conectado rigidamente de forma eficaz à estrutura de base do transdutor. Preferencialmente, o conjunto de dobradiça é configurado para aplicar uma força tensionadora ao elemento de dobradiça de cada articulação em direção à superfície de contato associada, de forma

complacente. Preferencialmente, o conjunto de dobradiça é configurado para aplicar uma força tensionadora ao elemento de dobradiça de cada articulação em direção à superfície de contato associada, de forma complacente.

[00370] Preferencialmente, no trigésimo sétimo ou trigésimo oitavo aspecto, as partes tanto do elemento de dobradiça quanto do membro de contato na região imediata da superfície de contato são feitas de um material com um módulo de Young maior do que 6 GPa, mais preferencialmente, maior do que 10 GPa.

[00371] Preferencialmente, há pelo menos uma via conectando o corpo do diafragma à estrutura de base composta por componentes substancialmente rígidos e, por meio da qual, nas imediações de lugares onde um componente rígido contata o outro sem ser conectado de forma rígida, todos os materiais têm um módulo de Young maior do que 6 GPa, ou, ainda mais preferencialmente, maior do que 10 GPa.

[00372] Mais preferencialmente, o elemento de dobradiça e o membro de contato são feitos de um material com um módulo de Young maior do que 6 GPa, ou, até mesmo mais preferencialmente, maior do que 10 GPa, por exemplo, mas não limitado a alumínio, aço, titânio, tungstênio, cerâmica e assim por diante.

[00373] Preferencialmente, o elemento de dobradiça e/ou a superfície de contato compreende um revestimento fino, por exemplo, um revestimento de cerâmica ou um revestimento anodizado.

[00374] Preferencialmente, qualquer uma ou ambas dentre a superfície do elemento de dobradiça na localização de contato e a superfície de contato compreendem um material não metálico.

[00375] Preferencialmente, tanto o elemento de dobradiça na localização de contato quanto a superfície de contato compreendem materiais não metálicos.

[00376] Preferencialmente, tanto o elemento de dobradiça na localização de contato quanto a superfície de contato compreendem materiais resistentes à corrosão.

[00377] Preferencialmente, tanto o elemento de dobradiça na localização de contato quanto a superfície de contato compreendem materiais resistentes à corrosão relacionada ao atrito.

[00378] Preferencialmente, o elemento de dobradiça rola contra a superfície de contato em torno de um eixo que é substancialmente colinear com um eixo de rotação do diafragma.

[00379] Preferencialmente, o conjunto de dobradiça é configurado para facilitar o movimento com um único grau de liberdade do diafragma.

[00380] Em uma configuração, o conjunto de dobradiça restringe de forma rígida o diafragma contra translação em pelo menos 2 direções/ao longo de pelo menos dois eixos substancialmente ortogonais.

[00381] Em uma configuração, o conjunto de dobradiça possibilita o movimento do diafragma consistindo em uma combinação de movimentos de translação e de rotação.

[00382] Em uma configuração preferencial, o conjunto de dobradiça possibilita o movimento do diafragma que é substancialmente rotacional em torno de um único eixo.

[00383] Preferencialmente, a espessura da parede do elemento de dobradiça é mais grossa do que $1/8^{\text{th}}$, ou $1/4$, ou $1/2$ ou, mais preferencialmente, mais grossa do que o raio da superfície de contato que é mais convexa no perfil lateral fora daquele do elemento de dobradiça e do membro de contato, na localização de contato.

[00384] Preferencialmente, a espessura da parede do membro de contato é mais grossa do que $1/8^{\text{th}}$, ou $1/4$, ou $1/2$, ou, mais preferencialmente, mais grossa do que o raio da superfície de contato que é mais convexa no

perfil lateral fora daquele do elemento de dobradiça e do membro de contato, na localização de contato.

[00385] Preferencialmente, há pelo menos uma via substancialmente não complacente por meio da qual cargas de translação podem passar através do diafragma até a estrutura de base do transdutor por meio da articulação de dobradiça.

[00386] Preferencialmente, o diafragma incorpora e é rigidamente acoplado a um componente de transferência de força de um mecanismo de transdução que transduz eletricidade e movimento.

[00387] Em outro aspecto, pode-se dizer geralmente que a presente invenção consiste em um transdutor de áudio compreendendo:

- um diafragma com um corpo do diafragma que permanece substancialmente rígido durante a operação;

- um mecanismo de transdução que transduz eletricidade e/ou movimento com um componente de transferência de força, em que o diafragma incorpora e é acoplado de forma rígida ao componente de transferência de força;

- um sistema de dobradiça configurado para suportar operativamente o diafragma em uso, e compreendendo um conjunto de dobradiça com uma ou mais articulações de dobradiça, em que cada articulação de dobradiça compreende um elemento de dobradiça e um membro de contato, o membro de contato com uma superfície de contato; e

- em que, durante a operação, cada articulação de dobradiça é configurada para permitir que o elemento de dobradiça se mova em relação ao membro de contato associado ao mesmo tempo em que mantém um contato físico substancialmente consistente com a superfície de contato, e o conjunto de dobradiça tensiona o elemento de dobradiça em direção à superfície de contato.

[00388] Em uma modalidade, o contato físico substancialmente consistente compreende uma força substancialmente consistente e, em

uma região de contato entre cada elemento de dobradiça e a superfície de contato associada, um dentre o elemento de dobradiça e o membro de contato está conectado rigidamente de forma eficaz ao diafragma, e o outro está conectado rigidamente de forma eficaz à estrutura de base do transdutor. Preferencialmente, o conjunto de dobradiça é configurado para aplicar uma força tensionadora ao elemento de dobradiça de cada articulação em direção à superfície de contato associada, de forma complacente. Preferencialmente, o conjunto de dobradiça é configurado para aplicar uma força tensionadora ao elemento de dobradiça de cada articulação em direção à superfície de contato associada, de forma complacente.

[00389] Em outro aspecto, pode-se dizer geralmente que a presente invenção consiste em um transdutor de áudio compreendendo:

um diafragma com um corpo do diafragma que permanece substancialmente rígido durante a operação e que compreende uma espessura máxima que é maior do que aproximadamente 11% de um comprimento máximo do corpo do diafragma;

um sistema de dobradiça configurado para suportar operativamente o diafragma em uso, e compreendendo um conjunto de dobradiça com uma ou mais articulações de dobradiça, em que cada articulação de dobradiça compreende um elemento de dobradiça e um membro de contato, o membro de contato com uma superfície de contato; e

em que, durante a operação, cada articulação de dobradiça é configurada para permitir que o elemento de dobradiça se mova em relação ao membro de contato associado ao mesmo tempo em que mantém um contato físico substancialmente consistente com a superfície de contato, e o conjunto de dobradiça tensiona o elemento de dobradiça em direção à superfície de contato.

[00390] Em qualquer um dos aspectos acima relacionados a um transdutor de áudio que inclui um sistema de dobradiça, em uma forma, o

conjunto de dobradiça compreende um par de articulações de dobradiça localizado de cada lado de uma largura do diafragma.

[00391] Alternativamente, o conjunto de dobradiça compreende mais do que 2 articulações de dobradiça com pelo menos um par de articulações de dobradiça localizado de cada lado da largura do diafragma.

[00392] Em uma forma, múltiplos conjuntos de dobradiça são configurados para suportar operativamente o diafragma durante a operação.

[00393] Preferencialmente, o transdutor de áudio compreende adicionalmente uma suspensão do diafragma com pelo menos um conjunto de dobradiça, a suspensão do diafragma sendo configurada para suportar operativamente o diafragma durante a operação.

[00394] Preferencialmente, a suspensão do diafragma consiste em um único conjunto de dobradiça para possibilitar o movimento do conjunto de diafragma.

[00395] Alternativamente, a suspensão do diafragma compreende dois ou mais conjuntos de dobradiça.

[00396] #409 Em uma forma, a suspensão do diafragma compreende uma ligação de quatro barras e um conjunto de dobradiça está localizado em cada canto da ligação de quatro barras.

[00397] Preferencialmente, cada diafragma está conectado a não mais do que duas articulações de dobradiça, cada uma tendo eixos de rotação significativamente diferentes.

[00398] Em uma configuração, o elemento de dobradiça é tensionado ou impulsionado em direção à superfície de contato por forças magnéticas.

[00399] Em uma configuração, o elemento de dobradiça é uma haste de aço ferromagnético anexada ou incorporada em ou ao longo de uma superfície de extremidade do corpo do diafragma. A articulação de

dobradiça compreende um ímã que atrai o elemento de dobradiça em direção à superfície de contato.

[00400] Em uma configuração, o elemento de dobradiça é tensionado ou impulsionado em direção à superfície de contato por um mecanismo tensionador mecânico.

[00401] Em uma configuração, o elemento de dobradiça é uma armação de base do diafragma anexada a ou incorporada em ou ao longo de uma superfície de extremidade do corpo do diafragma.

[00402] A estrutura tensionadora mecânica pode compreender um membro de mola pré-tensionado.

[00403] Preferencialmente, a força tensionadora aplicada ao elemento de dobradiça é aplicada em uma borda que é aproximadamente colinear com o eixo de rotação do diafragma em relação à superfície de contato.

[00404] Preferencialmente, a força tensionadora aplicada entre o elemento de dobradiça e a superfície de contato é aplicada em uma borda que é substancialmente paralela ao eixo de rotação e substancialmente colinear a um eixo linear que passa próximo ao centro do raio de contato do lado da superfície de contato que é o mais convexo, quando visto no perfil de seção transversal em um plano perpendicular ao eixo de rotação, fora da superfície de contato do elemento de dobradiça e a superfície de contato da superfície de contato.

[00405] Preferencialmente, a força tensionadora aplicada entre o elemento de dobradiça e a superfície de contato é aplicada em uma borda que é colinear a uma linha que é paralela ao eixo de rotação e passa através do centro do raio de contato do lado da superfície de contato que é o mais convexo quando visto no perfil de seção transversal em um plano perpendicular ao eixo de rotação, fora da superfície de contato do elemento de dobradiça e a superfície de contato da superfície de contato.

[00406] Preferencialmente, a força tensionadora aplicada ao elemento de dobradiça é aplicada em uma localização que fica aproximadamente no eixo de rotação do diafragma em relação à superfície de contato.

[00407] Preferencialmente, a força tensionadora é aplicada em um eixo que é aproximadamente paralelo ao eixo de rotação e passa aproximadamente através do centro do raio do lado da superfície que é o mais convexo quando visto no perfil de seção transversal em um plano perpendicular ao eixo de rotação, fora do elemento de dobradiça e da superfície de contato.

[00408] Preferencialmente, a força tensionadora é aplicada próxima a essa localização em todo o alcance completo da excursão do diafragma.

[00409] Preferencialmente, em todos os momentos durante a operação normal, a localização e a direção da força tensionadora é tal que ela passa através de uma linha hipotética orientada paralelamente ao eixo de rotação e que passa pelo ponto de contato entre o elemento de dobradiça e o membro de contato.

[00410] Em outro aspecto, pode-se dizer geralmente que a invenção consiste em um transdutor de áudio, como em qualquer um dos aspectos acima, que inclui um sistema de dobradiça, e compreendendo adicionalmente:

um alojamento compreendendo um invólucro ou defletor para acomodar o diafragma nele ou entre ele; e

em que o diafragma compreende uma periferia externa com uma ou mais regiões periféricas externas que são livres de conexão física com o alojamento.

[00411] Preferencialmente, a periferia externa está significativamente livre de conexão física de forma tal que a uma ou mais regiões periféricas constituem pelo menos 20%, ou mais preferencialmente

pelo menos 30% de um comprimento ou perímetro da periferia. Mais preferencialmente, a periferia externa está substancialmente livre de conexão física de forma tal que a uma ou mais regiões periféricas constituem pelo menos 50%, ou mais preferencialmente pelo menos 80% de um comprimento ou perímetro da periferia. Mais preferencialmente a periferia externa está aproximadamente completamente livre de conexão física, de forma tal que a uma ou mais regiões periféricas constituem aproximadamente um comprimento ou perímetro total da periferia.

[00412] Em algumas modalidades, o transdutor contém fluido ferromagnético entre a uma ou mais regiões periféricas do diafragma e o interior do alojamento. Preferencialmente, o fluido ferromagnético provê suporte significativo para o diafragma na direção do plano coronal do diafragma.

[00413] Preferencialmente, o diafragma compreende um reforço de estresse normal acoplado ao corpo, o reforço de estresse normal estando acoplado adjacente a pelo menos uma das ditas faces principais para resistir a estresses de compressão-tensão sofridos em ou adjacentes à face do corpo durante a operação.

[00414] Em outro aspecto, pode-se dizer geralmente que a invenção consiste em um transdutor de áudio, como em qualquer um dos aspectos acima, que inclui um sistema de dobradiça, e em que o diafragma compreende:

um corpo do diafragma com uma ou mais faces principais,

um reforço de estresse normal acoplado ao corpo, o reforço de estresse normal estando acoplado adjacente a pelo menos uma das ditas faces principais para resistir a estresses de compressão-tensão sofridos em ou adjacentes à face do corpo durante a operação, e

pelo menos um membro de reforço interno incorporado dentro do corpo e orientado em um ângulo em relação a pelo menos uma de ditas

faces principais para resistir e/ou substancialmente mitigar a deformação por cisalhamento sofrida pelo corpo durante a operação.

[00415] Preferencialmente, em qualquer um dos dois aspectos acima, uma distribuição de massa associada ao corpo do diafragma ou uma distribuição de massa associada ao reforço de estresse normal, ou ambos, é tal que o diafragma compreende uma massa relativamente menor em uma ou mais regiões de pequena massa do diafragma em relação à massa em uma ou mais regiões de massa relativamente grande do diafragma.

[00416] Preferencialmente, o corpo do diafragma compreende uma massa relativamente menor em uma ou mais regiões distais de uma localização do centro de massa do diafragma. Preferencialmente, a espessura do diafragma reduz em direção a uma periferia distal do centro de massa.

[00417] Alternativamente ou adicionalmente, uma distribuição de massa do reforço de estresse normal é tal que uma quantidade de massa relativamente menor está em uma ou mais regiões de borda periféricas da face principal associada distais de uma localização do centro de massa montada do diafragma.

[00418] Em outro aspecto, pode-se dizer geralmente que a invenção consiste em um dispositivo de áudio que incorpora qualquer um dos aspectos acima, incluindo um sistema de dobradiça, e compreendendo adicionalmente um sistema de montagem de desacoplamento localizado entre o diafragma do transdutor de áudio e pelo menos uma outra parte do dispositivo de áudio para pelo menos parcialmente aliviar a transmissão mecânica de vibração entre o diafragma e a pelo menos uma outra parte do dispositivo de áudio, o sistema de montagem de desacoplamento montando de forma flexível um primeiro componente a um segundo componente do dispositivo de áudio.

[00419] Preferencialmente, a pelo menos uma outra parte do dispositivo de áudio não é outra parte do diafragma de um transdutor de

áudio do dispositivo. Preferencialmente, o sistema de montagem de desacoplamento é acoplado entre a estrutura de base do transdutor e uma outra parte. Preferencialmente, a uma outra parte é o alojamento do transdutor.

[00420] Em outro aspecto, a invenção pode consistir em um dispositivo de áudio compreendendo dois ou mais alto-falantes eletroacústicos que incorporam qualquer um ou mais dos transdutores de áudio dos aspectos acima e proveem dois ou mais canais de áudio diferentes através capazes de reprodução de sinais de áudio independentes. Preferencialmente, o dispositivo de áudio é dispositivo de áudio pessoal adaptado para uso de áudio dentro de aproximadamente 10 cm do ouvido do usuário.

[00421] Em outro aspecto, pode-se dizer que a invenção consiste em um dispositivo de áudio pessoal que incorpora qualquer combinação de um ou mais dos transdutores de áudio e seus recursos, configurações e modalidades relacionados de qualquer um dos aspectos anteriores do transdutor de áudio.

[00422] Em outro aspecto, pode-se dizer que a invenção consiste em um dispositivo de áudio pessoal compreendendo um par de dispositivos de interface configurado para ser usado por um usuário em ou próximos de cada ouvido, em que cada dispositivo de interface compreende qualquer combinação de um ou mais dos transdutores de áudio e seus recursos, configurações e modalidades relacionados de qualquer um dos aspectos anteriores do transdutor de áudio.

[00423] Em outro aspecto, pode-se dizer que a invenção consiste em um aparato de headphone compreendendo um par de dispositivos de interface de headphone configurado para ser usado em ou sobre cada ouvido, em que cada dispositivo de interface compreende qualquer combinação de um ou mais dos transdutores de áudio e seus recursos,

configurações e modalidades de qualquer um dos aspectos anteriores do transdutor de áudio.

[00424] Em outro aspecto, pode-se dizer que a invenção consiste em um aparato de fone de ouvido compreendendo um par de interfaces de fone de ouvido configurado para ser usado dentro de um canal auricular ou concha do ouvido de um usuário, em que cada interface de fone de ouvido compreende qualquer combinação de um ou mais dos transdutores de áudio e seus recursos, configurações e modalidades relacionados de qualquer um dos aspectos anteriores do transdutor de áudio.

[00425] Em outro aspecto, pode-se dizer que a invenção consiste em um transdutor de áudio de qualquer um dos aspectos acima e recursos, configurações e modalidades relacionados, em que o transdutor de áudio é um transdutor acustoelétrico.

[00426] Em um aspecto adicional, pode-se dizer geralmente que a presente invenção consiste em um transdutor de áudio compreendendo:

um diafragma;

uma estrutura de base do transdutor; e

pelo menos uma articulação de dobradiça, cada articulação de dobradiça articuladamente acoplando o diafragma à estrutura de base do transdutor para permitir que o diafragma gire em relação à estrutura de base do transdutor em torno de um eixo de rotação durante a operação, a articulação de dobradiça sendo conectada de forma rígida em um lado à estrutura de base do transdutor, e em um lado oposto ao diafragma, e compreendendo pelo menos dois elementos de dobradiça resilientes angulares em relação um ao outro, e em que cada elemento de dobradiça está intimamente associado tanto à estrutura de base do transdutor quanto ao diafragma, e compreende rigidez de translação substancial para resistir à compressão, tensão e/ou deformação por cisalhamento ao longo de e por todo o elemento, e flexibilidade substancial para possibilitar flexão em resposta a forças normais à seção durante a operação.

[00427] Preferencialmente, para cada articulação de dobradiça, cada elemento de dobradiça é relativamente fino em comparação com um comprimento do elemento para facilitar o movimento rotacional do diafragma em torno do eixo de rotação, em comparação aos seus comprimentos.

[00428] Em uma forma, o diafragma compreende uma armação de base do diafragma para suportar o diafragma, o diafragma sendo suportado pela armação de base do diafragma ao longo de ou próximo a uma extremidade do diafragma, e a armação de base do diafragma estando diretamente anexada a um ou ambos os elementos de dobradiça de cada articulação de dobradiça.

[00429] Preferencialmente, a armação de base do diafragma facilita uma conexão rígida entre o diafragma e cada articulação de dobradiça.

[00430] Em uma forma, a armação de base do diafragma compreende um ou mais painéis de enrijecimento da bobina, um ou mais triângulos de enrijecimento de arco lateral, placa de escora superior e uma placa de base inferior.

[00431] Em algumas modalidades, o diafragma não compreende uma armação de base do diafragma e o diafragma está diretamente anexado a um ou ambos os elementos de dobradiça de cada articulação de dobradiça.

[00432] Preferencialmente, a distância do diafragma até um ou ambos os elementos de dobradiça de cada articulação de dobradiça é menor do que metade da distância máxima do eixo de rotação até uma periferia mais distal do diafragma, ou, mais preferencialmente, menor do que $1/3$ da distância máxima, ou, mais preferencialmente, menor do que $1/4$ da distância máxima, ou, mais preferencialmente, menor do que $1/8$ da distância máxima, ou, mais preferencialmente, menor do que $1/16$ da distância máxima.

[00433] Preferencialmente, a uma ou mais articulações de dobradiça são conectadas a pelo menos uma superfície ou periferia do diafragma, e pelo menos uma dimensão de tamanho geral de cada conexão é maior do que $1/6^{\text{th}}$, ou, mais preferencialmente, é maior do que $1/4^{\text{th}}$, ou, mais preferencialmente, é maior do que $1/2$ da dimensão correspondente da superfície ou periferia associada.

[00434] Em um aspecto adicional, pode-se dizer geralmente que a presente invenção consiste em um transdutor de áudio compreendendo:

um diafragma;

uma estrutura de base do transdutor; e

pelo menos uma articulação de dobradiça, cada articulação de dobradiça articuladamente acoplando o diafragma à estrutura de base do transdutor para permitir que o diafragma gire em relação à estrutura de base do transdutor em torno de um eixo de rotação durante a operação, a articulação de dobradiça sendo conectada de forma rígida em um lado à estrutura de base do transdutor, e em um lado oposto ao diafragma, e compreendendo pelo menos dois elementos de dobradiça resilientes angulares em relação um ao outro, e em que cada elemento de dobradiça está intimamente associado tanto à estrutura de base do transdutor quanto ao diafragma, e compreende rigidez de translação substancial para resistir à compressão, tensão e/ou deformação por cisalhamento ao longo de e por todo o elemento, e flexibilidade substancial para possibilitar flexão em resposta a forças normais à seção durante a operação; e em que

uma distância do diafragma até um ou ambos os elementos de dobradiça de cada articulação de dobradiça é menos da metade da distância máxima do eixo de rotação até uma periferia mais distal do diafragma. Mais preferencialmente, a distância até um ou ambos os elementos de dobradiça é menor do que $1/3$ da distância máxima, ou, mais preferencialmente, menor do que $1/4$ da distância máxima, ou, mais

preferencialmente, menor do que $1/8$ da distância máxima, ou, mais preferencialmente, menor do que $1/16$ da distância máxima.

[00435] Em um aspecto adicional, pode-se dizer geralmente que a presente invenção consiste em um transdutor de áudio compreendendo:

um diafragma;

uma estrutura de base do transdutor; e

pelo menos uma articulação de dobradiça, cada articulação de dobradiça articuladamente acoplando o diafragma à estrutura de base do transdutor para permitir que o diafragma gire em relação à estrutura de base do transdutor em torno de um eixo de rotação durante a operação, a articulação de dobradiça sendo conectada de forma rígida em um lado à estrutura de base do transdutor, e em um lado oposto ao diafragma, e compreendendo pelo menos dois elementos de dobradiça resilientes angulares em relação um ao outro, e em que cada elemento de dobradiça está intimamente associado tanto à estrutura de base do transdutor quanto ao diafragma, e compreende rigidez de translação substancial para resistir à compressão, tensão e/ou deformação por cisalhamento ao longo de e por todo o elemento, e flexibilidade substancial para possibilitar flexão em resposta a forças normais à seção durante a operação; e em que a uma ou mais articulações de dobradiça está conectada a pelo menos uma superfície ou periferia do diafragma, e pelo menos uma dimensão de tamanho geral de cada conexão é maior do que $1/6$ da dimensão correspondente da superfície ou periferia associada. Mais preferencialmente, a dimensão de tamanho da conexão é maior do que $1/4$, ou, mais preferencialmente, é maior do que $1/2$ da dimensão de tamanho correspondente da superfície ou periferia associada.

[00436] Preferencialmente, duas dimensões de tamanho substancialmente ortogonais de cada conexão são maiores do que $1/16$ das dimensões de tamanho ortogonais correspondentes da superfície ou

face associada, mais preferencialmente, maior do que $1/4$ e, mais preferencialmente, maior do que $1/2$.

[00437] As seguintes cláusulas se aplicam pelo menos aos três aspectos anteriores.

[00438] #429d Preferencialmente, a espessura total da conexão entre o diafragma e cada articulação de dobradiça, em uma direção perpendicular a um plano coronal do diafragma e eixo da dobradiça [isso funciona para múltiplas lâminas?], é maior do que $1/6$, ou, mais preferencialmente, maior do que $1/4$, ou, mais preferencialmente, é maior do que $1/2$ da maior dimensão do diafragma na mesma direção, em todas as localizações ao longo da(s) conexão(ões).

[00439] Em algumas modalidades, cada elemento de dobradiça flexível de cada articulação de dobradiça é substancialmente flexível ao ser dobrado. Preferencialmente, cada elemento de dobradiça é substancialmente rígido contra torção.

[00440] Em modalidades alternativas, cada elemento de dobradiça flexível de cada articulação de dobradiça é substancialmente flexível ao ser torcido. Preferencialmente, cada elemento de dobradiça flexível é substancialmente rígido contra dobra.

[00441] Em algumas modalidades, cada elemento de dobradiça compreende um perfil aproximadamente ou substancialmente plano, por exemplo, em uma forma de folha plana.

[00442] Em algumas modalidades, o par de elementos de dobradiça flexíveis de cada articulação está conectado a ou se cruza ao longo de uma borda comum para formar uma seção transversal aproximadamente em formato de L. Em algumas outras configurações, o par de elementos de dobradiça flexíveis de cada articulação de dobradiça se cruza ao longo de uma região central para formar o eixo de rotação e os elementos de dobradiça formam uma seção transversal aproximadamente em formato de X, isto é, os elementos de dobradiça formam um arranjo de

mola em cruz. Em algumas outras configurações, os elementos de dobradiça flexíveis de cada articulação de dobradiça são separados e se estendem em direções diferentes.

[00443] Em uma forma, o eixo de rotação é aproximadamente colinear com o cruzamento entre os elementos de dobradiça de cada articulação de dobradiça.

[00444] Em algumas modalidades, cada elemento de dobradiça flexível de cada articulação de dobradiça compreende uma dobra em uma direção transversal e ao longo do comprimento longitudinal do elemento. Os elementos de dobradiça podem ser ligeiramente dobrados de forma tal que eles se flexionem em um estado substancialmente plano durante a operação.

[00445] Em algumas modalidades, o par de elementos de dobradiça flexíveis de cada articulação de dobradiça é angular em relação um ao outro em um ângulo entre 20 e 160 graus, ou, mais preferencialmente, entre cerca de 30 e 150 graus, ou, até mesmo mais preferencialmente, entre cerca de 50 e 130 graus, ou, ainda mais preferencialmente, entre 70 e 110 graus. Preferencialmente, o par de elementos de dobradiça flexíveis é substancialmente ortogonal em relação um ao outro.

[00446] Preferencialmente, um elemento de dobradiça flexível de cada articulação de dobradiça se estende significativamente em uma primeira direção que é substancialmente perpendicular ao eixo de rotação.

[00447] Preferencialmente, cada elemento de dobradiça de cada articulação de dobradiça tem dimensões de largura ou altura médias, em se tratando de seções transversais em um plano perpendicular ao eixo de rotação, que são maiores do que 3 vezes, ou, mais preferencialmente, maiores do que 5 vezes, ou, mais preferencialmente, maiores do que 6 vezes a raiz quadrada da área de seção transversal média, como calculado

ao longo de partes do comprimento do elemento de dobradiça que se deformam significativamente durante a operação normal.

[00448] Em algumas modalidades, um ou ambos os elementos de dobradiça de cada articulação de dobradiça é/são folhas finas, em que cada folha fina tem uma espessura, uma largura e um comprimento, e em que a espessura do elemento de dobradiça é menor do que cerca de $\frac{1}{4}$ do comprimento, ou, mais preferencialmente, menor do que cerca de $\frac{1}{8}$ do comprimento, ou, até mesmo mais preferencialmente, menor do que cerca de $\frac{1}{16}$ do comprimento, ou, ainda mais preferencialmente, menor do que cerca de $\frac{1}{35}$ do comprimento, ou, até mesmo mais preferencialmente, menor do que cerca de $\frac{1}{50}$ do comprimento, ou, mais preferencialmente, menor do que cerca de $\frac{1}{70}$ do comprimento.

[00449] Em algumas modalidades, a espessura de um membro de mola é menor do que cerca de $\frac{1}{4}$ da largura, ou menor do que cerca de $\frac{1}{8}$ da largura ou, preferencialmente, menor do que cerca de $\frac{1}{16}$ da largura, ou, mais preferencialmente, menor do que cerca de $\frac{1}{24}$ da largura, ou, até mesmo mais preferencialmente, menor do que cerca de $\frac{1}{45}$ da largura, ou, ainda mais preferencialmente, menor do que cerca de $\frac{1}{60}$ da largura, ou, mais preferencialmente, cerca de $\frac{1}{70}$ de largura.

[00450] Em algumas modalidades, cada elemento de dobradiça de cada articulação de dobradiça tem uma espessura substancialmente uniforme ao longo de pelo menos uma maioria de seu comprimento e largura.

[00451] Em algumas configurações, um elemento de dobradiça de cada articulação de dobradiça compreende uma espessura variável, em que a espessura do elemento de dobradiça aumenta em direção a uma borda próxima do diafragma. Alternativamente ou adicionalmente, um elemento de dobradiça de cada articulação de dobradiça compreende uma espessura variável, em que a espessura do elemento de dobradiça

aumenta em direção a uma borda próxima da estrutura de base do transdutor.

[00452] Em uma forma, a espessura de um ou ambos os elementos de dobradiça de cada articulação de dobradiça aumenta em ou próximo a uma extremidade do elemento de dobradiça mais distal do diafragma ou da estrutura de base do transdutor.

[00453] O aumento da espessura pode ser gradual ou afunilado.

[00454] Em um aspecto adicional, pode-se dizer geralmente que a presente invenção consiste em um transdutor de áudio compreendendo:

um diafragma;

uma estrutura de base do transdutor; e

pelo menos uma articulação de dobradiça, cada articulação de dobradiça articuladamente acoplando o diafragma à estrutura de base do transdutor para permitir que o diafragma gire em relação à estrutura de base do transdutor em torno de um eixo de rotação durante a operação, a articulação de dobradiça sendo conectada de forma rígida em um lado à estrutura de base do transdutor, e em um lado oposto ao diafragma, e compreendendo pelo menos dois elementos de dobradiça resilientes angulares em relação um ao outro, e em que cada elemento de dobradiça está intimamente associado tanto à estrutura de base do transdutor quanto ao diafragma, e compreende rigidez de translação substancial para resistir à compressão, tensão e/ou deformação por cisalhamento ao longo de e por todo o elemento, e flexibilidade substancial para possibilitar flexão em resposta a forças normais à seção durante a operação; e em que um ou ambos os elementos de dobradiça de cada articulação de dobradiça compreende uma espessura aumentada em direção a uma borda ou extremidade do elemento intimamente associada ao diafragma ou estrutura de base do transdutor

[00455] O aumento da espessura pode ser gradual ou afunilado.

[00456] As seguintes cláusulas se aplicam pelo menos aos quatro aspectos anteriores.

[00457] Em algumas modalidades, cada elemento de dobradiça de cada articulação de dobradiça é flangeado em uma extremidade configurada para se conectar de forma rígida ao diafragma ou à estrutura de base do transdutor.

[00458] O elemento de dobradiça pode ter uma largura variável, e a largura pode ser aumentada em ou em direção a uma borda/extremidade intimamente associada ao diafragma e/ou à estrutura de base do transdutor. A largura também pode ser aumentada em ou em direção à extremidade/borda distal do diafragma ou da estrutura de base do transdutor.

[00459] O aumento da largura pode ser gradual ou afunilado.

[00460] Em algumas modalidades, o transdutor de áudio compreende um conjunto de dobradiça com duas das articulações de dobradiça. Preferencialmente, cada articulação de dobradiça está localizada em qualquer lado do diafragma.

[00461] Preferencialmente, cada articulação de dobradiça está localizada a uma distância de um plano sagital central do diafragma, que é pelo menos 0,2 vez a largura do corpo do diafragma.

[00462] Preferencialmente, uma primeira articulação de dobradiça está localizada próxima a uma primeira região de canto de uma face da extremidade do diafragma, e a segunda articulação de dobradiça está localizada próxima a uma segunda região de canto oposta da face da extremidade, e em que as articulações de dobradiça são substancialmente colineares.

[00463] O diafragma pode ser conectado a cada articulação de dobradiça por um agente aderente, tal como epóxi, ou por soldagem ou por fixação usando fixadores, ou por inúmeros outros métodos.

[00464] Em uma modalidade preferencial, cada elemento de dobradiça de cada articulação é feito de um material com um módulo de Young maior do que 8 GPa, por exemplo. Este pode ser um metal ou cerâmica ou qualquer outro material com tal rigidez.

[00465] Em algumas modalidades, cada elemento de dobradiça é feito de um material com um módulo de Young maior do que 20 GPa.

[00466] Em uma forma, cada elemento de dobradiça de cada articulação de dobradiça é feito de um material contínuo, tal como metal ou cerâmica. Por exemplo, o elemento de dobradiça pode ser feito de uma liga de aço, ou liga de tungstênio, ou liga de titânio ou liga de metal amorfo de alta tração, tal como "Liquidmetal" ou "Vitrelloy".

[00467] Em outra forma, o elemento de dobradiça é feito de um material composto, tal como fibra de carbono reforçada com plástico.

[00468] Em algumas configurações, o corpo do diafragma do diafragma é substancialmente grosso. Preferencialmente, o corpo do diafragma compreende uma espessura máxima que é maior do que 11% de um comprimento máximo do corpo do diafragma, ou, mais preferencialmente, maior do que 14% de um comprimento máximo do corpo do diafragma.

[00469] Em um aspecto adicional, pode-se dizer geralmente que a presente invenção consiste em um transdutor de áudio compreendendo:

um diafragma com um corpo do diafragma;

uma estrutura de base do transdutor; e

pelo menos uma articulação de dobradiça, cada articulação de dobradiça articuladamente acoplando o diafragma à estrutura de base do transdutor para permitir que o diafragma gire em relação à estrutura de base do transdutor em torno de um eixo de rotação durante a operação, a articulação de dobradiça sendo conectada de forma rígida em um lado à estrutura de base do transdutor, e em um lado oposto ao diafragma, e compreendendo pelo menos dois elementos de dobradiça resilientes

angulares em relação um ao outro, e em que cada elemento de dobradiça está intimamente associado tanto à estrutura de base do transdutor quanto ao diafragma, e compreende rigidez de translação substancial para resistir à compressão, tensão e/ou deformação por cisalhamento ao longo de e por todo o elemento, e flexibilidade substancial para possibilitar flexão em resposta a forças normais à seção durante a operação; em que o corpo do diafragma do diafragma é substancialmente espesso.

[00470] Preferencialmente, o corpo do diafragma compreende uma espessura máxima que é maior do que 15% de seu comprimento do eixo de rotação até uma periferia distal oposta do corpo do diafragma.

[00471] As seguintes cláusulas se aplicam pelo menos aos cinco aspectos anteriores.

[00472] Preferencialmente, o transdutor de áudio compreende um mecanismo de transdução.

[00473] Em uma forma, o transdutor de áudio é um alto-falante.

[00474] Em uma forma, o transdutor de áudio é um microfone.

[00475] Em uma forma, o mecanismo de transdução usa um mecanismo de transdução eletrodinâmico, ou um mecanismo de transdução piezoelétrico, ou um mecanismo de transdução magnetorrestritivo, ou quaisquer outros mecanismos de transdução adequados.

[00476] Em uma forma, o mecanismo de transdução compreende um enrolamento de bobina. Preferencialmente, o enrolamento de bobina é acoplado ao diafragma. Preferencialmente, o enrolamento de bobina está em grande proximidade ou diretamente anexado ao diafragma.

[00477] Preferencialmente, o mecanismo de transdução está em grande proximidade ou diretamente acoplado ao diafragma.

[00478] Em uma forma, um componente de transferência de força do mecanismo de transdução é acoplado ao diafragma.

[00479] Em uma forma, o componente de transferência de força é acoplado ao diafragma por meio de uma estrutura de conexão que tem uma geometria compacta.

[00480] Preferencialmente, a estrutura de conexão tem um módulo de Young maior do que 8 GPa.

[00481] Em uma forma, o mecanismo de transdução compreende um circuito magnético compreendendo um ímã, peças polares externas, e peças polares internas.

[00482] Em uma configuração, o enrolamento de bobina anexado ao diafragma está situado em uma lacuna entre as peças polares internas e externas dentro do circuito magnético.

[00483] Em uma forma, tanto as peças polares externas quanto as peças polares internas são feitas de aço.

[00484] Em uma forma, o ímã é feito de neodímio.

[00485] Em uma forma, o enrolamento de bobina está diretamente anexado à armação de base do diafragma usando um agente de adesão, tal como um adesivo epóxi.

[00486] Em uma forma, a estrutura de base do transdutor compreende um bloco para suportar o diafragma e o circuito magnético.

[00487] Preferencialmente, a estrutura de base do transdutor tem uma geometria grossa e compacta.

[00488] Preferencialmente, a estrutura de base do transdutor tem uma grande massa em comparação com aquela do diafragma.

[00489] Em algumas modalidades, a estrutura de base do transdutor pode ser feita de um material com um elevado módulo específico, tal como um metal, por exemplo, mas não limitado a alumínio ou magnésio, ou de uma cerâmica, tal como vidro, para melhorar a resistência à ressonância.

[00490] Preferencialmente, a estrutura de base do transdutor compreende componentes que têm um módulo de Young maior do que 8 GPa, ou maior do que 20 GPa.

[00491] A estrutura de base do transdutor pode ser conectada a cada articulação de dobradiça por um agente aderente, tal como, epóxi ou cianoacrilato, usando fixadores, por brasagem, por soldagem ou qualquer número de outros métodos.

[00492] Em uma configuração, o transdutor de áudio compreende adicionalmente um alojamento do diafragma e a estrutura de base do transdutor é anexada de forma rígida a um alojamento do diafragma.

[00493] Em uma forma, o alojamento do diafragma compreende grades em uma ou mais paredes do alojamento. Em uma forma, as grades podem ser feitas de alumínio estampado ou prensado.

[00494] Em uma forma, o alojamento do diafragma pode compreender um ou mais reforços em uma ou mais paredes. Em uma forma, os reforços também podem ser feitos de alumínio estampado ou prensado .

[00495] Em uma forma, os reforços podem estar localizados nas paredes ou porções das paredes que estão nas imediações do diafragma depois que o diafragma é colocado no alojamento.

[00496] Em uma forma, a estrutura de base do transdutor é acoplada a uma base do alojamento do diafragma por um adesivo ou um agente de adesão.

[00497] Em uma forma, as paredes do alojamento do diafragma agem como uma barreira ou defletor para reduzir o cancelamento da radiação sonora.

[00498] Em algumas modalidades, o alojamento do diafragma pode ser feito de um material com um elevado módulo específico, tal como um metal, por exemplo, mas não limitado a alumínio ou magnésio, ou de uma cerâmica, tal como vidro, para melhorar a resistência à ressonância.

[00499] Em outra configuração, o transdutor de áudio não compreende uma estrutura de base do transdutor que é anexada de forma rígida a um alojamento do diafragma, e o transdutor de áudio é acomodado em um alojamento do transdutor por meio de um sistema de montagem de desacoplamento.

[00500] Em algumas modalidades, o transdutor de áudio compreende adicionalmente um alojamento para acomodar o diafragma ali, e em que uma periferia externa do corpo do diafragma é substancialmente livre de conexão física com um interior do alojamento. Preferencialmente, existe uma lacuna de ar entre a periferia do corpo do diafragma e o interior do alojamento.

[00501] Preferencialmente, o tamanho da lacuna de ar é menor do que $1/20$ do comprimento do corpo do diafragma.

[00502] Preferencialmente, o tamanho da lacuna de ar é menor do que 1 mm.

[00503] Preferencialmente, o corpo do diafragma compreende uma periferia externa que é livre de contato ou conexão física com um interior do alojamento ao longo de pelo menos 20 por cento do comprimento da periferia, ou, mais preferencialmente, ao longo de pelo menos 50 por cento do comprimento da periferia, ou, até mesmo mais preferencialmente, ao longo de pelo menos 80 por cento do comprimento da periferia, ou, mais preferencialmente, ao longo de toda a periferia.

[00504] Em um aspecto adicional, pode-se dizer geralmente que a presente invenção consiste em um transdutor de áudio compreendendo:

um diafragma com um corpo do diafragma;

uma estrutura de base do transdutor; e

pelo menos uma articulação de dobradiça, cada articulação de dobradiça articuladamente acoplando o diafragma à estrutura de base do transdutor para permitir que o diafragma gire em relação à estrutura de base do transdutor em torno de um eixo de rotação durante a operação, a

articulação de dobradiça sendo conectada de forma rígida em um lado à estrutura de base do transdutor, e em um lado oposto ao diafragma, e compreendendo pelo menos dois elementos de dobradiça resilientes angulares em relação um ao outro, e em que cada elemento de dobradiça está intimamente associado tanto à estrutura de base do transdutor quanto ao diafragma, e compreende rigidez de translação substancial para resistir à compressão, tensão e/ou deformação por cisalhamento ao longo de e por todo o elemento, e flexibilidade substancial para possibilitar flexão em resposta a forças normais à seção durante a operação; e em que uma periferia externa do corpo do diafragma é pelo menos substancialmente livre de conexão física com um interior do alojamento.

[00505] Preferencialmente, o corpo do diafragma compreende uma periferia externa que é livre de contato ou conexão física com um interior do alojamento ao longo de pelo menos 20 por cento do comprimento da periferia, ou, mais preferencialmente, ao longo de pelo menos 50 por cento do comprimento da periferia, ou, até mesmo mais preferencialmente, ao longo de pelo menos 80 por cento do comprimento da periferia, ou, mais preferencialmente, ao longo de toda a periferia.

[00506] Em algumas modalidades, existe uma lacuna de ar entre a periferia do corpo do diafragma e o interior do alojamento.

[00507] Em algumas modalidades, o tamanho da lacuna de ar é menor do que $1/20$ do comprimento do corpo do diafragma.

[00508] Preferencialmente, o tamanho da lacuna de ar é menor do que 1 mm.

[00509] Em algumas modalidades, o transdutor contém fluido ferromagnético entre a uma ou mais regiões periféricas do diafragma e o interior do alojamento. Preferencialmente, o fluido ferromagnético provê suporte significativo para o diafragma na direção do plano coronal do diafragma.

[00510] Em um aspecto adicional, a presente invenção amplamente consiste em um transdutor de áudio compreendendo:

um diafragma com um corpo do diafragma,

um conjunto de dobradiça configurado para suportar de forma rotacional o corpo do diafragma em relação à base do transdutor, dito conjunto de dobradiça compreendendo pelo menos um membro torsional e provendo um eixo de rotação para o diafragma,

em que cada membro torsional é arranjado para se estender em paralelo e em grande proximidade ao eixo de rotação, o membro torsional com um comprimento, uma largura e uma altura, em que a largura e a altura do membro torsional são mais de 3% do comprimento do diafragma do eixo de rotação até a periferia mais distal do diafragma.

[00511] Preferencialmente, a largura e/ou o comprimento do membro torsional são maiores do que 4% do comprimento do diafragma a partir do eixo de rotação até a periferia a mais distal do diafragma.

[00512] Preferencialmente, o membro de mola torsional tem uma dimensão média na direção perpendicular ao eixo de rotação que é maior do que 1,5 vez a raiz quadrada da área da seção transversal média (excluindo cola e fios que não contribuem com muita força), calculada ao longo de partes do comprimento do membro de mola torsional que se deformam significativamente durante a operação normal, ou, mais preferencialmente, maior do que 2 vezes, ou, mais preferencialmente, maior do que 2,5 vezes a raiz quadrada da área de seção transversal média, calculada ao longo de partes do comprimento da mola que se deformam significativamente durante a operação normal.

[00513] Preferencialmente, pelo menos um ou mais membros de mola torsionais são montados em ou perto do eixo de rotação e, em combinação, provendo diretamente pelo menos 50% da força de restauração quando o diafragma sofre translações puras pequenas em qualquer direção perpendicular ao eixo de rotação.

[00514] Em um aspecto adicional, a presente invenção amplamente consiste em um transdutor de áudio compreendendo:

um diafragma com um corpo do diafragma,

uma estrutura de base do transdutor

pelo menos uma articulação de dobradiça que suporta de forma operativa e rotacional o diafragma em relação à estrutura de base do transdutor in situ, cada articulação de dobradiça com um membro resiliente que compreende uma espessura que é relativamente pequena em comparação com um comprimento e/ou uma largura do membro, o membro resiliente com uma primeira extremidade conectada de forma rígida ao diafragma e uma segunda extremidade conectada de forma rígida à estrutura de base do transdutor, e a espessura e/ou a largura tanto da primeira extremidade quanto da segunda extremidade do membro aumentam conforme ele se estende para longe da região central média do membro resiliente.

[00515] Preferencialmente, cada membro resiliente de cada articulação de dobradiça compreende um par de elementos de dobradiça flexíveis angulares em relação um ao outro. Preferencialmente, os elementos de dobradiça são angulares substancialmente ortogonalmente em relação um ao outro.

[00516] Em uma configuração preferencial, um elemento de dobradiça flexível de cada articulação se estende em uma direção substancialmente perpendicular ao eixo de rotação. Alternativamente ou adicionalmente, um elemento de dobradiça flexível de cada articulação se estende em uma direção substancialmente paralela ao eixo de rotação.

[00517] Em um aspecto adicional, a presente invenção amplamente consiste em um transdutor de áudio compreendendo:

um diafragma, um conjunto de dobradiça e uma estrutura de base do transdutor,

o diafragma sendo suportado de forma rotacional pelo conjunto de dobradiça em uso em torno de um eixo de rotação em relação à estrutura de base do transdutor,

o conjunto de dobradiça compreendendo pelo menos uma articulação de dobradiça, cada articulação de dobradiça com um primeiro e um segundo elemento flexível e resiliente,

o primeiro elemento de dobradiça flexível e resiliente estando acoplado de forma rígida à estrutura de base do transdutor em uma extremidade, e acoplado de forma rígida ao diafragma em uma extremidade oposta,

o segundo elemento de dobradiça flexível e resiliente estando acoplado de forma rígida à estrutura de base do transdutor em uma extremidade, e acoplado de forma rígida ao diafragma em uma extremidade oposta,

em que cada um dentre o primeiro e o segundo elemento de dobradiça tem uma espessura substancialmente pequena em comparação com um comprimento longitudinal do elemento entre a estrutura de base do transdutor e o diafragma, a espessura sendo uma dimensão que é substancialmente perpendicular ao eixo de rotação para facilitar o movimento rotacional complacente do diafragma em torno do eixo de rotação,

e em que uma primeira direção, abrangida pelo primeiro elemento de dobradiça de cada articulação de dobradiça, que é perpendicular ao eixo de rotação, está em um ângulo de pelo menos 30 graus em relação a uma segunda direção, abrangida pelo segundo elemento de dobradiça, que é perpendicular ao eixo de rotação, para facilitar maior rigidez em termos de deslocamento de translação do diafragma em relação à estrutura de base do transdutor tanto na primeira quanto na segunda direção.

[00518] Preferencialmente, a primeira direção é um ângulo maior do que 45 ou 60 graus para a segunda direção, ou, mais preferencialmente, a primeira direção é aproximadamente ortogonal à segunda direção.

[00519] Preferencialmente, a distância que o primeiro membro de mola alcança na primeira direção é suficientemente grande em comparação com a dimensão máxima do diafragma em uma direção perpendicular ao eixo de rotação, de forma tal que a razão dessas dimensões, respectivamente, é maior do que 0,05, ou maior do que 0,06, ou maior do que 0,07, ou maior do que 0,08, ou, mais preferencialmente, maior do que 0,09.

[00520] Preferencialmente, a distância que o segundo membro de mola alcança na segunda direção é grande em comparação com a dimensão máxima do diafragma para o eixo de rotação, de forma tal que a razão dessas dimensões, respectivamente, é maior do que 0,05, ou maior do que 0,06, ou maior do que 0,07, ou maior do que 0,08, ou, mais preferencialmente, maior do que 0,09.

[00521] Em um aspecto adicional, a invenção amplamente consiste em um transdutor de áudio compreendendo:

um diafragma

um conjunto de dobradiça que suporta operativamente o diafragma in situ, o conjunto de dobradiça compreendendo pelo menos um membro torsional, o membro torsional estando fixado de forma direta e rígida ao diafragma, em uso, e o membro torsional é configurado para se deformar para possibilitar o movimento do diafragma em torno de um eixo de rotação provido pelo conjunto de dobradiça.

[00522] Preferencialmente, o transdutor de áudio compreende adicionalmente um componente de transferência de força.

[00523] Preferencialmente, o membro torsional é arranjado para se deformar ao longo de seu comprimento para possibilitar o movimento rotacional do diafragma.

[00524] Preferencialmente, o conjunto de dobradiça é configurado para permitir o movimento rotacional do diafragma durante o uso em torno de um eixo de rotação.

[00525] Preferencialmente, o conjunto de dobradiça suporta de forma rígida o diafragma para restringir movimentos de translação ao mesmo tempo em que possibilita o movimento rotacional do diafragma em torno do eixo de rotação.

[00526] Em uma forma, o membro torsional é uma viga de torção compreendendo uma seção transversal aproximadamente em formato de C.

[00527] Em um aspecto adicional, a presente invenção amplamente consiste em um transdutor de áudio compreendendo:

um diafragma,

um conjunto de dobradiça que suporta operativamente o diafragma in situ, dito conjunto de dobradiça compreendendo um membro torsional e provendo um eixo de rotação para o diafragma,

em que o membro torsional é arranjado para se estender substancialmente em paralelo e em grande proximidade ao eixo de rotação,

o membro torsional com uma altura na direção perpendicular ao plano coronal do diafragma, em que a altura, medida em milímetros, é aproximadamente maior do que duas vezes a massa do diafragma medida em gramas.

[00528] Preferencialmente, o membro torsional tem uma largura, na direção paralela à do diafragma e perpendicular ao eixo, que é, quando é medida em milímetros, aproximadamente maior do que duas vezes a massa do diafragma medida em gramas.

[00529] Preferencialmente, o membro torsional tem uma largura e uma altura, medidas em milímetros, aproximadamente maiores do que quatro vezes a massa do diafragma, medida em gramas, ou, mais

preferencialmente, maior do que 6 vezes, ou, mais preferencialmente, maior do que 8 vezes.

[00530] Em algumas configurações, um ou mais dentre os aspectos quadragésimo primeiro até o quinquagésimo segundo da presente divulgação é/são usado(s) em uma aplicação de alto-falante de áudio de campo próximo, onde o alto-falante é configurado para se localizar dentro de 10 cm do ouvido durante o uso, por exemplo, em um headphone ou fone de ouvido auricular.

[00531] Em um aspecto adicional, pode-se dizer geralmente que a presente invenção consiste em um dispositivo de áudio que é configurado para se localizar dentro de 10 cm do ouvido do usuário in situ, e compreendendo:

- pelo menos um transdutor de áudio com;
- um diafragma;
- uma estrutura de base do transdutor; e

pelo menos uma articulação de dobradiça, cada articulação de dobradiça articuladamente acoplando o diafragma à estrutura de base do transdutor para permitir que o diafragma gire em relação à estrutura de base do transdutor em torno de um eixo de rotação durante a operação, a articulação de dobradiça sendo conectada de forma rígida em um lado à estrutura de base do transdutor, e em um lado oposto ao diafragma, e compreendendo pelo menos dois elementos de dobradiça resilientes angulares em relação um ao outro, e em que cada elemento de dobradiça está intimamente associado tanto à estrutura de base do transdutor quanto ao diafragma, e compreende rigidez de translação substancial para resistir à compressão, tensão e/ou deformação por cisalhamento ao longo de e por todo o elemento, e flexibilidade substancial para possibilitar flexão em resposta a forças normais à seção durante a operação; e em que um ou ambos os elementos de dobradiça de cada articulação de dobradiça compreende uma espessura aumentada em direção a uma borda ou

extremidade do elemento intimamente associada ao diafragma ou estrutura de base do transdutor

[00532] As seguintes afirmações se referem a qualquer um ou mais dos aspectos do dispositivo de áudio acima, incluindo um sistema de dobradiça e seus recursos, modalidades e configurações.

[00533] Em algumas modalidades, o dispositivo de áudio compreende adicionalmente um alojamento na forma de um invólucro ou defletor, e em que o diafragma é livre de conexão física com o alojamento em uma ou mais regiões periféricas do diafragma, e a uma ou mais regiões periféricas são suportadas por um fluido ferromagnético.

[00534] Preferencialmente, o fluido ferromagnético veda ou está em contato direto com a uma ou mais regiões periféricas suportadas pelo fluido ferromagnético, de forma tal que ele impeça substancialmente o fluxo de ar entre as mesmas e/ou proveja suporte significativo para o diafragma em uma ou mais direções paralelas ao plano coronal.

[00535] Preferencialmente, o diafragma compreende um reforço de estresse normal acoplado ao corpo, o reforço de estresse normal estando acoplado adjacente a pelo menos uma das ditas faces principais para resistir a estresses de compressão-tensão sofridos em ou adjacentes à face do corpo durante a operação.

[00536] Em outro aspecto, pode-se dizer geralmente que a invenção consiste em um transdutor de áudio, como em qualquer um dos aspectos acima, que inclui um sistema de dobradiça, e em que o diafragma compreende:

um corpo do diafragma com uma ou mais faces principais,

um reforço de estresse normal acoplado ao corpo, o reforço de estresse normal estando acoplado adjacente a pelo menos uma das ditas faces principais para resistir a estresses de compressão-tensão sofridos em ou adjacentes à face do corpo durante a operação, e

pelo menos um membro de reforço interno incorporado dentro do corpo e orientado em um ângulo em relação a pelo menos uma de ditas faces principais para resistir e/ou substancialmente mitigar a deformação por cisalhamento sofrida pelo corpo durante a operação.

[00537] Preferencialmente, em qualquer um dos dois aspectos acima, uma distribuição de massa associada ao corpo do diafragma ou uma distribuição de massa associada ao reforço de estresse normal, ou ambos, é tal que o diafragma compreende uma massa relativamente menor em uma ou mais regiões de pequena massa do diafragma em relação à massa em uma ou mais regiões de massa relativamente grande do diafragma.

[00538] Preferencialmente, o corpo do diafragma compreende uma massa relativamente menor em uma ou mais regiões distais de uma localização do centro de massa do diafragma. Preferencialmente, a espessura do diafragma reduz em direção a uma periferia distal do centro de massa.

[00539] Alternativamente ou adicionalmente, uma distribuição de massa do reforço de estresse normal é tal que uma quantidade de massa relativamente menor está em uma ou mais regiões de borda periféricas da face principal associada distais de uma localização do centro de massa montada do diafragma.

[00540] Em algumas modalidades, o dispositivo de áudio compreende um ou mais transdutores de áudio; e

pelo menos um sistema de montagem de desacoplamento localizado entre o diafragma e pelo menos uma outra parte do dispositivo de áudio para pelo menos parcialmente aliviar a transmissão mecânica de vibração entre o diafragma de pelo menos um transdutor de áudio e a pelo menos uma outra parte do dispositivo de áudio, cada sistema de montagem de desacoplamento montando de forma flexível um primeiro componente a um segundo componente do dispositivo de áudio.

[00541] Preferencialmente, pelo menos um transdutor de áudio compreende adicionalmente uma estrutura de base do transdutor e o dispositivo de áudio compreende um alojamento para acomodar o transdutor de áudio ali, e em que o sistema de montagem de desacoplamento se acopla entre uma estrutura de base do transdutor do transdutor de áudio e um interior do alojamento.

[00542] Em algumas modalidades, o dispositivo de áudio é um dispositivo de áudio pessoal.

[00543] Em uma configuração, o dispositivo de áudio pessoal compreendendo um par de dispositivos de interface configurado para ser usado por um usuário em ou próximo de cada ouvido.

[00544] O dispositivo de áudio pode ser um headphone ou um fone de ouvido. O dispositivo de áudio pode compreender um par de alto-falantes para cada ouvido. Cada alto-falante pode compreender um ou mais transdutores de áudio.

[00545] Em um aspecto adicional, a presente invenção amplamente consiste em um transdutor de áudio compreendendo:

um diafragma compreendendo uma bobina e um painel de enrijecimento da bobina, o diafragma configurado para girar em torno de um eixo de rotação aproximado durante a operação para transduzir áudio, por meio do que

a bobina é enrolada em uma configuração de quatro lados aproximada consistindo em um primeiro lado longo, um primeiro lado curto, um segundo lado longo e um segundo lado curto, e

está conectada ao painel de enrijecimento da bobina que se estende substancialmente em uma direção perpendicular ao eixo de rotação, e conecta o primeiro lado longo da bobina ao segundo lado longo da bobina.

[00546] Preferencialmente, o painel de enrijecimento da bobina está localizado próximo a ou em contato com o primeiro lado curto da bobina.

[00547] Preferencialmente, o painel de enrijecimento da bobina se estende aproximadamente da junção entre o primeiro lado longo da bobina e o primeiro lado curto, até aproximadamente a junção entre o primeiro segundo lado longo da bobina e o primeiro lado curto, e também se estende em uma direção perpendicular ao eixo de rotação.

[00548] Preferencialmente, o painel de enrijecimento da bobina é feito de um material com um módulo de Young maior do que 8 GPa, ou, mais preferencialmente, maior do que 15 GPa, ou, até mesmo mais preferencialmente, maior do que 25 GPa, ou, ainda mais preferencialmente, maior do que 40 GPa, ou, mais preferencialmente, maior do que 60 GPa.

[00549] Preferencialmente, há um segundo painel de enrijecimento da bobina localizado próximo a ou tocando o segundo lado curto da bobina.

[00550] Em uma configuração, há um terceiro painel de enrijecimento da bobina localizado próximo ao plano sagital do corpo do diafragma.

[00551] Preferencialmente, o painel se estende em um sentido em direção ao eixo de rotação ao invés de para longe do mesmo.

[00552] Preferencialmente, os lados longos são, pelo menos parcialmente, situados no interior de um campo magnético.

[00553] Preferencialmente, os lados longos se estendem em uma direção paralela ao eixo de rotação.

[00554] Preferencialmente, o campo magnético se estende através do primeiro lado longo em uma direção aproximadamente perpendicular ao eixo de rotação.

[00555] Preferencialmente, os lados longos não estão conectados a um anterior.

[00556] Preferencialmente, o diafragma compreende adicionalmente uma armação de base do diafragma, a qual inclui o painel de enrijecimento da bobina, a armação de base do diafragma suportando

de forma rígida a bobina e o diafragma e é conectada de forma rígida a um sistema de dobradiça.

[00557] Em outro aspecto, pode-se dizer que a invenção consiste em um dispositivo de áudio compreendendo:

um transdutor de áudio com:

um diafragma montado de forma rotacional e um mecanismo de transdução configurado para transduzir operativamente um sinal de áudio eletrônico e/ou movimento rotacional do diafragma que corresponde à pressão do som; e

um sistema de montagem de desacoplamento localizado entre o diafragma do transdutor de áudio e pelo menos uma outra parte do dispositivo de áudio para pelo menos parcialmente aliviar a transmissão mecânica de vibração entre o diafragma e a pelo menos uma outra parte do dispositivo de áudio, o sistema de montagem de desacoplamento montando de forma flexível um primeiro componente a um segundo componente do dispositivo de áudio.

[00558] Preferencialmente, a pelo menos uma outra parte do dispositivo de áudio não é outra parte do diafragma de um transdutor de áudio do dispositivo.

[00559] Em uma configuração, o dispositivo de áudio compreende pelo menos um primeiro e um segundo transdutor de áudio. Preferencialmente, o sistema de montagem de desacoplamento pelo menos parcialmente alivia a transmissão mecânica de vibração entre o diafragma do primeiro transdutor e do segundo transdutor.

[00560] Preferencialmente, o diafragma é suportado por um conjunto de dobradiça que é rígido em pelo menos uma direção de translação.

[00561] Em algumas modalidades, o sistema de dobradiça compreende um conjunto de dobradiça com uma ou mais articulações de dobradiça, em que cada articulação de dobradiça compreende um elemento

de dobradiça e um membro de contato, o membro de contato com uma superfície de contato; e em que, durante a operação, cada articulação de dobradiça é configurada para permitir que o elemento de dobradiça se mova em relação ao membro de contato associado, mantendo, ao mesmo tempo, um contato físico substancialmente consistente com a superfície de contato, e o conjunto de dobradiça tensiona o elemento de dobradiça em direção à superfície de contato.

[00562] Preferencialmente, o conjunto de dobradiça compreende adicionalmente um mecanismo tensionador e em que o elemento de dobradiça é tensionado em direção à superfície de contato por um mecanismo tensionador.

[00563] Preferencialmente, o mecanismo tensionador é substancialmente complacente.

[00564] Preferencialmente, o mecanismo tensionador é substancialmente complacente em uma direção substancialmente perpendicular à superfície de contato na região de contato entre cada elemento de dobradiça e o membro de contato associado durante a operação.

[00565] Preferencialmente, o sistema de dobradiça adicionalmente compreende um mecanismo de restauração configurado para aplicar uma força de restauração do diafragma ao diafragma um raio menor do que 60% da distância do eixo da dobradiça até a periferia do diafragma.

[00566] Em algumas outras modalidades, o sistema de dobradiça compreende pelo menos uma articulação de dobradiça, cada articulação de dobradiça articuladamente acoplando o diafragma à estrutura de base do transdutor para permitir que o diafragma gire em relação à estrutura de base do transdutor em torno de um eixo de rotação durante a operação, a articulação de dobradiça sendo rigidamente conectada em um lado à estrutura de base do transdutor e, em um lado oposto, ao diafragma, e

compreendendo pelo menos dois elementos de dobradiça resilientes angulares em relação um ao outro, e em que cada elemento de dobradiça está intimamente associado tanto à estrutura de base do transdutor quanto ao diafragma, e compreende rigidez de translação substancial para resistir à compressão, tensão e/ou deformação por cisalhamento ao longo de e por todo o elemento, e flexibilidade substancial para possibilitar flexão em resposta a forças normais à seção durante a operação.

[00567] Preferencialmente, a pelo menos uma outra parte do dispositivo de áudio suporta o diafragma, diretamente ou indiretamente.

[00568] Preferencialmente, o sistema de montagem de desacoplamento pelo menos parcialmente alivia a transmissão mecânica de vibração entre o diafragma e a pelo menos outra parte do dispositivo de áudio ao longo de pelo menos um eixo de translação, ou, mais preferencialmente, ao longo de pelo menos dois eixos de translação substancialmente ortogonais, ou ainda, mais preferencialmente, ao longo de três eixos de translação substancialmente ortogonais.

[00569] Preferencialmente, o sistema de montagem de desacoplamento pelo menos parcialmente alivia a transmissão mecânica de vibração entre o diafragma e a pelo menos uma outra parte do áudio em torno de pelo menos um eixo de rotação, ou, mais preferencialmente, em torno de pelo menos dois eixos de rotação substancialmente ortogonais, ou, ainda mais preferencialmente, em torno de três eixos de rotação substancialmente ortogonais.

[00570] Preferencialmente, o sistema de montagem de desacoplamento alivia substancialmente a transmissão mecânica de vibração entre o diafragma e a pelo menos uma outra parte do dispositivo de áudio.

[00571] Preferencialmente, o dispositivo de áudio compreende adicionalmente um alojamento do transdutor configurado para acomodar o transdutor de áudio dentro do mesmo.

[00572] Preferencialmente, o alojamento do transdutor compreende um defletor ou invólucro.

[00573] Preferencialmente, o transdutor de áudio compreende uma estrutura de base do transdutor.

[00574] Preferencialmente, o diafragma é passível de rotação em relação à estrutura de base do transdutor.

[00575] Preferencialmente, o sistema de desacoplamento compreende pelo menos uma montagem de eixo do nó que é configurada para se localizar em ou próxima a uma localização de eixo do nó associada ao primeiro componente.

[00576] Preferencialmente, o sistema de desacoplamento compreende pelo menos uma montagem distal configurada para se localizar distante de uma localização de eixo do nó associada ao primeiro componente.

[00577] Preferencialmente, a pelo menos uma montagem de eixo do nó é relativamente menos complacente e/ou relativamente menos flexível do que a pelo menos uma montagem distal.

[00578] Em uma primeira modalidade, o sistema de desacoplamento compreende um par de montagens de eixo do nó localizado de cada lado do primeiro componente. Preferencialmente, cada montagem de eixo do nó compreende um pino rigidamente acoplado ao primeiro componente e que se estende lateralmente de um lado do mesmo ao longo de um eixo que é substancialmente alinhado ao eixo do nó da estrutura de base. Preferencialmente, cada montagem de eixo do nó compreende adicionalmente uma bucha acoplada de forma rígida em torno do pino e configurada para se localizar dentro de um recesso correspondente do segundo componente. Preferencialmente, o recesso correspondente do segundo componente compreende um tarugo para receber e reter a bucha de forma rígida ali. Preferencialmente, cada montagem de eixo do nó compreende adicionalmente uma arruela que se

localiza entre uma superfície externa do primeiro componente e uma superfície interna do segundo componente. Preferencialmente, a arruela cria uma lacuna uniforme em torno de uma porção substancial ou toda a periferia do primeiro componente entre a superfície externa do primeiro componente e a superfície interna do segundo componente.

[00579] Preferencialmente, cada montagem distal compreende uma almofada de montagem substancialmente flexível. Preferencialmente, o sistema de desacoplamento compreende um par de almofadas de montagem conectado entre uma superfície externa do primeiro componente e uma superfície interna do segundo componente. Preferencialmente, as almofadas de montagem são acopladas em superfícies opostas do primeiro componente. Preferencialmente, cada almofada de montagem compreende uma largura substancialmente afunilada ao longo da profundidade da almofada com uma extremidade pontuda e uma extremidade de base. Preferencialmente, a extremidade de base é conectada de forma rígida a um dentre o primeiro ou o segundo componente e a extremidade pontuda é conectada ao outro dentre o primeiro ou o segundo componente.

[00580] Em algumas configurações desta modalidade, o primeiro componente pode ser uma estrutura de base do transdutor. Alternativamente, o primeiro componente pode ser um subalojamento que se estende em torno do transdutor de áudio. O segundo componente pode ser um alojamento ou envoltório para acomodar o transdutor de áudio ou o subalojamento do transdutor de áudio.

[00581] Em uma segunda modalidade, o sistema de desacoplamento compreende uma pluralidade de blocos de montagem flexíveis. Preferencialmente, os blocos de montagem são distribuídos em torno de uma superfície periférica externa do primeiro componente e se conectam de forma rígida de um lado à superfície periférica externa do primeiro componente e, de um lado oposto, à superfície periférica interna do segundo componente. Preferencialmente, um primeiro conjunto de um

ou mais blocos de montagem acopla o primeiro componente em ou perto da localização de eixo do nó do primeiro componente. Preferencialmente, um segundo conjunto de blocos de montagem acopla o primeiro componente em uma localização(ões) distal(is) da localização de eixo do nó. Preferencialmente, o segundo conjunto de blocos de montagem distais se localiza em ou perto do diafragma do transdutor de áudio. Preferencialmente, o primeiro conjunto de blocos de montagem se localiza distante do diafragma do transdutor de áudio. Preferencialmente, a pluralidade de blocos de montagem é configurada para se conectar de forma rígida dentro de um recesso correspondente do segundo componente. Preferencialmente, a pluralidade de blocos de montagem compreende uma espessura que é maior do que a profundidade do recesso correspondente para, desse modo, formar uma lacuna substancialmente uniforme entre o primeiro e o segundo componentes in situ.

[00582] Em uma configuração (em qualquer modalidade) a estrutura de base do transdutor compreende um conjunto de ímãs.

[00583] Preferencialmente, a estrutura de base do transdutor compreende uma conexão a um sistema de suspensão de diafragma.

[00584] Preferencialmente, o dispositivo de áudio é configurado em um sistema de áudio usando dois ou mais canais de áudio diferentes através de uma configuração de dois ou mais transdutores de áudio (isto é, estéreo ou multicanais).

[00585] Preferencialmente, o dispositivo de áudio se destina a ser configurado em um sistema de áudio usando dois ou mais canais de áudio diferentes através de uma configuração de dois ou mais transdutores de áudio (isto é, estéreo ou multicanais).

[00586] Preferencialmente, o dispositivo de áudio compreende pelo menos dois ou mais transdutores de áudio que são configurados para reproduzir simultaneamente pelo menos dois canais de áudio diferentes (isto é, estéreo ou multicanais).

[00587] Preferencialmente, ditos canais de áudio diferentes são independentes um do outro.

[00588] Preferencialmente, o dispositivo de áudio compreende adicionalmente um componente configurado para dispor o transdutor de áudio em ou perto do ouvido ou ouvidos de um usuário.

[00589] Em outro aspecto, pode-se dizer geralmente que a invenção consiste em um dispositivo de áudio compreendendo:

um transdutor de áudio com:

um diafragma, um mecanismo de transdução configurado para transduzir operativamente um sinal de áudio eletrônico e/ou movimento do diafragma que corresponde à pressão do som, e um conjunto de estrutura de base; e

um sistema de montagem de desacoplamento localizado entre o diafragma e pelo menos uma outra parte do dispositivo de áudio para pelo menos parcialmente aliviar a transmissão mecânica de vibração entre o diafragma e a pelo menos uma outra parte do dispositivo de áudio, em que o sistema de montagem de desacoplamento monta de forma flexível um primeiro componente a um segundo componente do dispositivo de áudio; e

o conjunto de estrutura de base com uma distribuição de massa tal que ele se move com uma ação tendo um componente rotacional significativo quando o conjunto de estrutura de base é efetivamente não limitado. Por exemplo, o conjunto de estrutura de base é efetivamente não limitado quando o transdutor é operado em frequências suficientemente altas de forma tal que a rigidez do sistema de montagem de desacoplamento seja ou se torne insignificante.

[00590] Preferencialmente, o diafragma se move com um componente rotacional significativo em relação à estrutura de base do transdutor durante a operação.

[00591] Preferencialmente, o sistema de montagem de desacoplamento se localiza entre a estrutura de base do transdutor e o invólucro ou defletor

[00592] Em uma modalidade, o pelo menos um sistema de montagem de desacoplamento está localizado entre o diafragma e o alojamento do transdutor para pelo menos parcialmente aliviar a transmissão mecânica de vibração entre o diafragma e o alojamento do transdutor.

[00593] Preferencialmente, o dispositivo de áudio compreende um primeiro sistema de montagem de desacoplamento que monta de forma flexível o diafragma à estrutura de base do transdutor e/ou um segundo sistema de montagem de desacoplamento que monta de forma flexível a estrutura de base do transdutor ao alojamento do transdutor.

[00594] Em uma modalidade, o dispositivo de áudio compreende adicionalmente um componente de faixa de cabeça configurado para dispor o dispositivo de áudio em ou próximo ao ouvido ou aos ouvidos de um usuário, e um sistema de montagem de desacoplamento que monta de forma flexível a faixa de cabeça ao alojamento do transdutor.

[00595] Preferencialmente, o diafragma compreende um corpo do diafragma.

[00596] Em uma modalidade, o diafragma compreende um corpo do diafragma com uma espessura máxima de pelo menos 11% de uma dimensão de comprimento máxima do corpo, ou, mais preferencialmente, maior do que 14%.

[00597] Preferencialmente, o diafragma compreende um corpo do diafragma com uma construção composta consistindo em um núcleo feito a partir de um material relativamente leve e de reforço em ou perto de uma ou mais superfícies externas do núcleo, dito reforço sendo formado a partir de um material substancialmente rígido para resistir e/ou substancialmente mitigar deformações sofridas pelo corpo durante a operação.

Preferencialmente, o reforço é composto de um material ou materiais com um módulo específico de preferencialmente pelo menos 8 MPa/(kg/m³), ou, mais preferencialmente, pelo menos 20 MPa/(kg/m³), ou, mais preferencialmente, pelo menos 100 MPa/(kg/m³). Por exemplo, o reforço pode ser de alumínio ou plástico reforçado com fibra de carbono.

[00598] Preferencialmente, dito reforço compreende:

um reforço de estresse normal acoplado ao corpo do diafragma, o reforço de estresse normal estando acoplado adjacente a pelo menos uma das ditas superfícies externas para resistir e/ou substancialmente mitigar deformação de compressão-tensão sofrida em ou adjacente à face do corpo durante a operação, e

pelo menos um membro de reforço interno incorporado dentro do corpo e orientado em um ângulo em relação ao reforço de estresse normal para resistir e/ou substancialmente mitigar a deformação por cisalhamento sofrida pelo corpo durante a operação,

[00599] Em uma modalidade preferencial, o transdutor de áudio é um alto-falante.

[00600] Preferencialmente, dito diafragma compreende um corpo de diafragma substancialmente rígido e dito corpo do diafragma mantém uma forma substancialmente rígida durante a operação em torno da FRO do transdutor.

[00601] Preferencialmente, o mecanismo de transdução aplica uma força de ação de excitação que atua sobre o diafragma durante a operação.

[00602] Preferencialmente, o mecanismo de transdução também aplica uma força de reação de excitação à estrutura de base do transdutor associada à força de ação de excitação aplicada ao diafragma durante a operação.

[00603] Preferencialmente, o mecanismo de transdução compreende um componente de transferência de força que está conectado de forma rígida ao diafragma.

[00604] Em uma forma, o componente de transferência de força do mecanismo de transdução está diretamente conectado de forma rígida ao diafragma.

[00605] Alternativamente, o componente de transferência de força é conectado de forma rígida ao diafragma por meio de um ou mais componentes intermediários e a distância entre o componente de transferência de força e o corpo do diafragma é menor do que 50% da dimensão máxima do corpo do diafragma. Mais preferencialmente, a distância é menor do que 35% ou menor do que 25% da dimensão máxima do corpo do diafragma.

[00606] Preferencialmente, o componente de transferência de força do mecanismo de transdução compreende uma bobina de motor acoplada ao diafragma.

[00607] Em uma forma, o componente de transferência de força do mecanismo de transdução compreende um ímã acoplado ao diafragma.

[00608] Preferencialmente, o mecanismo de transdução compreende um ímã que é parte da estrutura de base do transdutor para prover um campo magnético ao qual a bobina de motor é submetida durante a operação.

[00609] Preferencialmente, o dispositivo de áudio compreende um conjunto de estrutura de base associado ao transdutor de áudio que compreende a estrutura de base do transdutor de áudio, em que o conjunto de estrutura de base também pode compreender outros componentes, tais como um alojamento, armação, defletor ou invólucro, conectados de forma rígida à estrutura de base do transdutor.

[00610] Preferencialmente, o conjunto de estrutura de base é passível de rotação em relação ao alojamento do transdutor de áudio em

torno de um eixo do nó do transdutor substancialmente paralelo ao eixo de rotação do diafragma.

[00611] Preferencialmente, o conjunto de estrutura de base do transdutor de áudio está conectado a pelo menos uma outra parte do dispositivo de áudio por meio de um sistema de montagem de desacoplamento.

[00612] Preferencialmente, a complacência e/ou o perfil de complacência (que pode incluir o grau total de complacência ao movimento relativo do sistema de desacoplamento e/ou as complacências relativas em diferentes localizações das várias montagens de desacoplamento do sistema de desacoplamento) do sistema de montagem de desacoplamento e a localização do sistema de montagem de desacoplamento em relação ao transdutor de áudio associado são tais que, quando o alto-falante é operado com uma senoide de estado constante com frequência dentro da FRO do transdutor, uma menor distância entre um primeiro ponto e o eixo do nó do transdutor no segundo estado operativo é menor do que aproximadamente 25%, ou, mais preferencialmente, menor do que 20%, ou, até mesmo mais preferencialmente, menor do que 15%, ou, ainda mais preferencialmente, menor do que 10%, ou, mais preferencialmente, menor do que 5% de uma dimensão de comprimento máxima da estrutura de base do transdutor associada, em que o primeiro ponto se encontra na parte do eixo do nó do transdutor no primeiro estado operativo onde ele passa dentro da estrutura de base do transdutor, e que também se encontra na distância ortogonal máxima a partir do eixo do nó do transdutor no segundo estado operativo.

[00613] Preferencialmente, quando o transdutor está no segundo estado operativo, o eixo do nó do transdutor passa através de ou dentro de 25% de uma dimensão de comprimento máxima do conjunto de estrutura de base do conjunto de estrutura de base.

[00614] Preferencialmente, o sistema de montagem de desacoplamento compreende uma ou mais montagens de eixo do nó que estão localizadas a uma distância menor do que 25%, ou 20%, ou 15% ou, mais preferencialmente, 10% da maior dimensão do conjunto de estrutura de base, longe do eixo do nó do transdutor no segundo estado operativo.

[00615] Preferencialmente, o sistema de montagem de desacoplamento compreende uma ou mais montagens distais que estão localizadas além de uma distância de 25%, mais preferencialmente 40% da maior dimensão do conjunto de estrutura de base, longe do eixo do nó do transdutor no segundo estado operativo.

[00616] Preferencialmente, as montagens distais são relativamente mais flexíveis ou complacentes ao movimento do que a uma ou mais montagens de eixo do nó.

[00617] Em uma modalidade, cada montagem de eixo do nó compreende um pino que se estende lateralmente de um lado da estrutura de base do transdutor, o pino estendendo-se aproximadamente paralelo ao eixo do nó e sendo acoplado de forma rígida à estrutura de base, e em que a montagem de eixo do nó compreende adicionalmente uma bucha em torno do pino conectado ao alojamento do dispositivo.

[00618] Preferencialmente, o sistema de montagem de desacoplamento compreende um material flexível que tem um coeficiente de perda mecânica a aproximadamente 24 graus Celsius que é maior do que 0,2, ou maior do que 0,4, ou maior do que 0,8, ou, mais preferencialmente, maior do que 1.

[00619] Preferencialmente, o sistema de montagem de desacoplamento está localizado, em relação ao conjunto de estrutura de base, e tem um nível de complacência que faz com que a localização de eixo do nó do transdutor do primeiro estado operativo substancialmente coincida com a localização de eixo do nó do segundo estado operativo.

[00620] Preferencialmente, o corpo do diafragma compreende uma espessura máxima que é pelo menos 11% de uma dimensão de comprimento máxima do corpo. Mais preferencialmente, a espessura máxima é pelo menos 14% da dimensão de comprimento máxima do corpo.

[00621] Em algumas modalidades, a espessura do corpo do diafragma é afunilada para reduzir a espessura em direção à região distal. Em outras modalidades, a espessura do corpo do diafragma é escalonada para reduzir a espessura em direção à região distal ao centro de massa do diafragma.

[00622] Preferencialmente, o acoplamento passível de rotação é suficientemente complacente de forma tal que os modos de ressonância do diafragma, que não o modo fundamental, os quais são facilitados por essa complacência e os quais afetam a resposta de frequência em mais do que 2 dB, ocorrem abaixo da FRO.

[00623] Alternativamente, partes do mecanismo de articulação que facilitem o movimento e as quais passam cargas de translação entre o diafragma e a estrutura de base do transdutor são feitas a partir de materiais com módulo de Young maior do que aproximadamente 8 GPa, ou, mais preferencialmente, maior do que aproximadamente 20 GPa.

[00624] Preferencialmente, o mecanismo de articulação compreende um primeiro componente substancialmente rígido em apoio substancialmente constante, mas desconectado de um segundo componente substancialmente rígido. Alternativamente, o mecanismo de articulação incorpora um componente de mola de parede fina formado a partir de um material com um Módulo de Young maior do que aproximadamente 8 GPa, mais preferencialmente maior do que aproximadamente 20 GPa.

[00625] Preferencialmente, o corpo do diafragma é formado a partir de um material de núcleo que compreende uma estrutura interconectada que varia em três dimensões. O material de núcleo pode ser

uma espuma ou um material estruturado em treliça tridimensional ordenado. O material de núcleo pode compreender um material composto. Preferencialmente, o material de núcleo é espuma de poliestireno expandida. Materiais alternativos incluem espuma de polimetil metacrilamida, espuma de cloreto de polivinila, espuma de poliuretano, espuma de polietileno, espuma de Aerogel, papelão corrugado, madeira balsa, espumas sintáticas, microrredes de metal e favos de mel.

[00626] Preferencialmente, o diafragma incorpora um ou mais materiais que o ajudam a resistir à dobra, os quais têm um Módulo de Young maior do que aproximadamente 8 GPa, mais preferencialmente, maior do que aproximadamente 20 GPa e, mais preferencialmente, maior do que aproximadamente 100 GPa.

[00627] Em outro aspecto, pode-se dizer que a invenção consiste em um dispositivo de áudio compreendendo:

um transdutor de áudio com: um diafragma montado de forma rotacional e um mecanismo de transdução configurado para transduzir operativamente um sinal de áudio eletrônico e movimento rotacional do diafragma que corresponde à pressão do som;

um alojamento do transdutor compreendendo um invólucro e/ou defletor configurado para acomodar o transdutor de áudio dentro do mesmo; e

um sistema de montagem de desacoplamento localizado entre o diafragma do transdutor de áudio e o alojamento do transdutor associado para pelo menos parcialmente aliviar a transmissão mecânica de vibração entre o diafragma e o alojamento do transdutor de invólucro, o sistema de montagem de desacoplamento montando de forma flexível um primeiro componente a um segundo componente do dispositivo de áudio.

[00628] Em outro aspecto, pode-se dizer que a invenção consiste em um dispositivo de áudio compreendendo:

um transdutor de áudio com: um diafragma montado de forma rotacional e um mecanismo de transdução configurado para transduzir operativamente um sinal de áudio eletrônico e/ou movimento rotacional do diafragma que corresponde à pressão do som; e

um sistema de montagem de desacoplamento localizado entre uma primeira parte ou conjunto que incorpora o transdutor de áudio e pelo menos uma outra parte ou conjunto do dispositivo de áudio para pelo menos parcialmente aliviar a transmissão mecânica de vibração entre a primeira parte ou conjunto e a pelo menos uma outra parte ou conjunto, o sistema de montagem de desacoplamento montando de forma flexível a primeira parte ou conjunto à segunda parte ou conjunto do dispositivo de áudio.

[00629] Preferencialmente, a primeira parte é um alojamento do transdutor compreendendo um invólucro ou defletor para acomodar o transdutor de áudio dentro do mesmo.

[00630] Em outro aspecto, pode-se dizer que a invenção consiste em um dispositivo de áudio compreendendo:

um transdutor de áudio com: um diafragma montado de forma rotacional e um mecanismo de transdução configurado para transduzir operativamente um sinal de áudio eletrônico e movimento rotacional do diafragma que corresponde à pressão do som;

um alojamento do transdutor compreendendo um invólucro ou defletor configurado para acomodar o transdutor de áudio dentro do mesmo; e

um sistema de montagem de desacoplamento que monta de forma flexível o transdutor de áudio ao defletor ou invólucro para pelo menos parcialmente aliviar a transmissão mecânica de vibração entre o diafragma e o alojamento do transdutor.

[00631] Em outro aspecto, pode-se dizer que a invenção consiste em um dispositivo de áudio compreendendo:

um transdutor de áudio com: um diafragma montado de forma rotacional e um mecanismo de transdução configurado para transduzir operativamente um sinal de áudio eletrônico e movimento rotacional do diafragma que corresponde à pressão do som;

uma faixa de cabeça configurada para ser usada por um usuário para dispor o transdutor de áudio em grande proximidade ao ouvido ou ouvidos de um usuário em uso; e

pelo menos um sistema de montagem de desacoplamento localizado entre a faixa de cabeça e o transdutor de áudio para pelo menos parcialmente aliviar a transmissão mecânica de vibração entre o transdutor de áudio e a faixa de cabeça, cada sistema de montagem de desacoplamento montando de forma flexível um primeiro componente a um segundo componente do dispositivo de áudio.

[00632] Preferencialmente, o sistema de montagem de desacoplamento compreende um material resiliente, tal como borracha, silicone ou polímero de uretano viscoelástico.

[00633] Em uma configuração, o sistema de montagem de desacoplamento pode compreender fluido ferromagnético para prover suporte entre o primeiro e o segundo componentes.

[00634] Em uma configuração, o sistema de montagem de desacoplamento usa repulsão magnética para prover suporte entre o primeiro e o segundo componentes.

[00635] Em uma configuração, o sistema de montagem de desacoplamento compreende fluido ou gel para prover suporte entre o primeiro e o segundo componentes.

[00636] Em uma configuração, o fluido ou gel é contido dentro de uma cápsula compreendendo um material flexível.

[00637] Alternativamente ou adicionalmente, pelo menos um dos sistemas de montagem compreende uma mola de metal ou outro membro resiliente metálico.

[00638] Alternativamente ou adicionalmente, pelo menos um dos sistemas de montagem compreende um membro formado a partir de um material plástico macio.

[00639] Em outro aspecto, pode-se dizer que a invenção consiste em um dispositivo de áudio compreendendo:

um transdutor de áudio com: um diafragma montado de forma rotacional e um mecanismo de transdução configurado para transduzir operativamente um sinal de áudio eletrônico e/ou movimento rotacional do diafragma que corresponde à pressão do som; e

um sistema de montagem de desacoplamento localizado entre o diafragma do transdutor de áudio e pelo menos uma outra parte do dispositivo de áudio para pelo menos parcialmente aliviar a transmissão mecânica de vibração entre o diafragma e a pelo menos uma outra parte do dispositivo de áudio, o sistema de montagem de desacoplamento montando de forma flexível um primeiro componente a um segundo componente do dispositivo de áudio; e em que o diafragma compreende um corpo do diafragma com uma espessura máxima de pelo menos 11% de uma dimensão de comprimento máxima do corpo.

[00640] Em outro aspecto, pode-se dizer que a invenção consiste em um dispositivo de áudio compreendendo:

um transdutor de áudio com: um diafragma móvel e um mecanismo de transdução configurado para transduzir operativamente um sinal de áudio eletrônico e movimento do diafragma que corresponde à pressão do som; e

um sistema de montagem de desacoplamento entre uma primeira parte que incorpora o transdutor de áudio e pelo menos uma outra parte do dispositivo de áudio para pelo menos parcialmente aliviar a transmissão mecânica de vibração entre a primeira parte e a pelo menos uma outra parte, o sistema de montagem de desacoplamento montando de forma flexível um primeiro componente a um segundo componente do dispositivo

de áudio; e em que o diafragma do transdutor de áudio compreende um corpo do diafragma com uma borda periférica externa que está pelo menos parcialmente livre de conexão física com um interior da primeira parte.

[00641] Preferencialmente, a primeira parte compreende um alojamento compreendendo um invólucro ou defletor para acomodar o transdutor de áudio associado dentro do mesmo.

[00642] Em outro aspecto, pode-se dizer que a invenção consiste em um dispositivo de áudio compreendendo:

um transdutor de áudio com: um diafragma móvel e um mecanismo de transdução configurado para transduzir operativamente um sinal de áudio eletrônico e movimento do diafragma que corresponde à pressão do som;

um alojamento do transdutor compreendendo um invólucro ou defletor para acomodar o transdutor de áudio dentro do mesmo; e

um sistema de montagem de desacoplamento que monta de forma flexível o transdutor de áudio ao alojamento do transdutor associado para pelo menos parcialmente aliviar a transmissão mecânica de vibração entre o transdutor de áudio e o alojamento do transdutor; e em que o diafragma do transdutor de áudio compreende um corpo do diafragma com uma periferia externa que está pelo menos parcialmente livre de conexão física com um interior do alojamento do transdutor.

[00643] Em outro aspecto, pode-se dizer que a invenção consiste em um dispositivo de áudio compreendendo:

um transdutor de áudio com: um diafragma móvel e um mecanismo de transdução configurado para transduzir operativamente um sinal de áudio eletrônico e movimento do diafragma que corresponde à pressão do som; e

um sistema de montagem de desacoplamento entre uma primeira parte que incorpora o transdutor de áudio e pelo menos uma outra parte do dispositivo de áudio para pelo menos parcialmente aliviar a transmissão

mecânica de vibração entre a primeira parte e a pelo menos uma outra parte, o sistema de montagem de desacoplamento montando de forma flexível um primeiro componente a um segundo componente do dispositivo de áudio; e em que

o diafragma do transdutor de áudio compreende um corpo do diafragma com uma periferia externa que é pelo menos parcialmente livre de conexão com um interior da primeira parte; e

o corpo do diafragma compreende uma espessura máxima de pelo menos 11% de uma dimensão de comprimento máxima do corpo.

[00644] Preferencialmente, a pelo menos uma outra parte do dispositivo de áudio tem uma massa maior do que, ou pelo menos igual a, a massa da primeira parte, ou, mais preferencialmente, pelo menos 60%, ou 40%, ou, mais preferencialmente, pelo menos 20% da massa da primeira parte.

[00645] Em outro aspecto, pode-se dizer que a invenção consiste em um dispositivo de áudio compreendendo:

um transdutor de áudio com: um diafragma móvel e um mecanismo de transdução configurado para transduzir operativamente um sinal de áudio eletrônico e movimento do diafragma que corresponde à pressão do som; e

um sistema de montagem de desacoplamento entre uma primeira parte que incorpora o transdutor de áudio e pelo menos uma outra parte do dispositivo de áudio para pelo menos parcialmente aliviar a transmissão mecânica de vibração entre a primeira parte e a pelo menos uma outra parte, o sistema de montagem de desacoplamento montando de forma flexível um primeiro componente a um segundo componente do dispositivo de áudio; e em que o diafragma compreende um corpo do diafragma com uma espessura máxima de pelo menos 11% de uma dimensão de comprimento máxima do corpo.

[00646] Em outro aspecto, pode-se dizer que a invenção consiste em um dispositivo de áudio compreendendo:

um transdutor de áudio com: um diafragma móvel e um mecanismo de transdução configurado para transduzir operativamente um sinal de áudio eletrônico e movimento do diafragma que corresponde à pressão do som;

um alojamento do transdutor compreendendo um invólucro ou defletor para acomodar o transdutor de áudio dentro do mesmo; e

um sistema de montagem de desacoplamento que monta de forma flexível o transdutor de áudio ao alojamento do transdutor para pelo menos parcialmente aliviar a transmissão mecânica de vibração entre o transdutor de áudio e o alojamento do transdutor; e em que o diafragma compreende um corpo do diafragma com uma espessura máxima de pelo menos 11% de uma dimensão de comprimento máxima do corpo.

[00647] Em algumas modalidades de qualquer um dos aspectos de dezessete a vinte e oito descritos acima, o dispositivo de áudio pode compreender dois ou mais do transdutor de áudio e/ou dois ou mais do sistema de montagem de desacoplamento definido sob esse aspecto.

[00648] Em algumas modalidades, em qualquer um dos aspectos acima compreendendo um dispositivo de áudio com um sistema de montagem de desacoplamento, preferencialmente, o diafragma compreende uma ou mais regiões periféricas que são livres de conexão física com o interior da primeira parte. Preferencialmente, a periferia externa está significativamente livre de conexão física de forma tal que uma ou mais regiões periféricas constituem pelo menos 20%, ou mais preferencialmente pelo menos 30% de um comprimento ou perímetro da periferia. Mais preferencialmente, a periferia externa está substancialmente livre de conexão física de forma tal que a uma ou mais regiões periféricas constituem pelo menos 50%, ou mais preferencialmente pelo menos 80% de um comprimento ou perímetro da periferia. Mais preferencialmente a

periferia externa está aproximadamente completamente livre de conexão física, de forma tal que a uma ou mais regiões periféricas constituem aproximadamente um comprimento ou perímetro total da periferia.

[00649] Em uma configuração, há uma pequena lacuna de ar entre a uma ou mais regiões periféricas da periferia do corpo do diafragma que estão livres de conexão com o interior do invólucro, e o interior do invólucro.

[00650] Preferencialmente, o tamanho da lacuna de ar é menor do que $1/20$ do comprimento do corpo do diafragma.

[00651] Preferencialmente, o tamanho da lacuna de ar é menor do que 1 mm.

[00652] Em outra configuração, o diafragma é suportado por um fluido ferromagnético.

[00653] Preferencialmente, uma proporção substancial do suporte provido ao diafragma contra translações, em uma direção substancialmente paralela ao plano coronal do corpo do diafragma, é provida pelo fluido ferromagnético.

[00654] Preferencialmente, o diafragma compreende um reforço de estresse normal acoplado ao corpo, o reforço de estresse normal estando acoplado adjacente a pelo menos uma das ditas faces principais para resistir a estresses de compressão-tensão sofridos em ou adjacentes à face do corpo durante a operação.

[00655] Em outro aspecto, pode-se dizer geralmente que a invenção consiste em um dispositivo de áudio, como em qualquer um dos aspectos acima, que inclui um sistema de montagem de desacoplamento, e em que o diafragma compreende:

um corpo do diafragma com uma ou mais faces principais,

um reforço de estresse normal acoplado ao corpo, o reforço de estresse normal estando acoplado adjacente a pelo menos uma das ditas

faces principais para resistir a estresses de compressão-tensão sofridos em ou adjacentes à face do corpo durante a operação, e

pelo menos um membro de reforço interno incorporado dentro do corpo e orientado em um ângulo em relação a pelo menos uma de ditas faces principais para resistir e/ou substancialmente mitigar a deformação por cisalhamento sofrida pelo corpo durante a operação.

[00656] Preferencialmente, em qualquer um dos dois aspectos acima, uma distribuição de massa associada ao corpo do diafragma ou uma distribuição de massa associada ao reforço de estresse normal, ou ambos, é tal que o diafragma compreende uma massa relativamente menor em uma ou mais regiões de pequena massa do diafragma em relação à massa em uma ou mais regiões de massa relativamente grande do diafragma.

[00657] Preferencialmente, o corpo do diafragma compreende uma massa relativamente menor em uma ou mais regiões distais de uma localização do centro de massa do diafragma. Preferencialmente, a espessura do diafragma reduz em direção a uma periferia distal do centro de massa.

[00658] Alternativamente ou adicionalmente, uma distribuição de massa do reforço de estresse normal é tal que uma quantidade de massa relativamente menor está em uma ou mais regiões de borda periféricas da face principal associada distais de uma localização do centro de massa montada do diafragma.

[00659] Em algumas modalidades de qualquer um dos aspectos acima do dispositivo de áudio, pelo menos um dos transdutores de áudio é um transdutor de ação linear com. Preferencialmente, o diafragma compreende um corpo do diafragma substancialmente curvo. Preferencialmente, o corpo do diafragma é um corpo substancialmente em formato de domo. Preferencialmente, o corpo compreende uma espessura e/ou profundidade suficiente de forma tal que o corpo seja substancialmente rígido durante a operação. Por exemplo, o corpo pode ser

relativamente fino, mas a profundidade total do corpo em formato de domo pode ser pelo menos 15% maior do que uma dimensão de comprimento máxima ao longo do corpo. Preferencialmente, o transdutor de áudio adicionalmente compreende uma armação de base do diafragma acoplada de forma rígida a e se estendendo longitudinalmente a partir de uma periferia externa do corpo do diafragma. Preferencialmente, o mecanismo de excitação compreende um ou mais componentes de transferência de força acoplados à armação de base. Preferencialmente, o um ou os mais componentes de transferência de força compreende um ou mais enrolamentos de bobina enrolados em torno da armação de base do diafragma. Preferencialmente, anéis de fluido ferromagnético se estendem em torno da periferia interna de cada lacuna para suspender o diafragma. Preferencialmente, a armação de base do diafragma e o diafragma estão livres de conexão física em torno de uma porção aproximadamente inteira das periferias associadas.

[00660] Em outro aspecto, a invenção pode consistir em um dispositivo de áudio compreendendo dois ou mais alto-falantes eletroacústicos que incorporam qualquer um ou mais dos transdutores de áudio dos aspectos acima e proveem dois ou mais canais de áudio diferentes através capazes de reprodução de sinais de áudio independentes. Preferencialmente, o dispositivo de áudio é dispositivo de áudio pessoal adaptado para uso de áudio dentro de aproximadamente 10 cm do ouvido do usuário.

[00661] Em outro aspecto, pode-se dizer que a invenção consiste em um dispositivo de áudio pessoal que incorpora qualquer combinação de um ou mais dos transdutores de áudio e seus recursos, configurações e modalidades relacionados de qualquer um dos aspectos anteriores do transdutor de áudio.

[00662] Em outro aspecto, pode-se dizer que a invenção consiste em um dispositivo de áudio pessoal compreendendo um par de dispositivos

de interface configurado para ser usado por um usuário em ou próximos de cada ouvido, em que cada dispositivo de interface compreende qualquer combinação de um ou mais dos transdutores de áudio e seus recursos, configurações e modalidades relacionados de qualquer um dos aspectos anteriores do transdutor de áudio.

[00663] Em outro aspecto, pode-se dizer que a invenção consiste em um aparato de headphone compreendendo um par de dispositivos de interface de headphone configurado para ser usado em ou sobre cada ouvido, em que cada dispositivo de interface compreende qualquer combinação de um ou mais dos transdutores de áudio e seus recursos, configurações e modalidades de qualquer um dos aspectos anteriores do transdutor de áudio.

[00664] Em outro aspecto, pode-se dizer que a invenção consiste em um aparato de fone de ouvido compreendendo um par de interfaces de fone de ouvido configurado para ser usado dentro de um canal auricular ou concha do ouvido de um usuário, em que cada interface de fone de ouvido compreende qualquer combinação de um ou mais dos transdutores de áudio e seus recursos, configurações e modalidades relacionados de qualquer um dos aspectos anteriores do transdutor de áudio.

[00665] Em outro aspecto, pode-se dizer que a invenção consiste em um transdutor de áudio de qualquer um dos aspectos acima e recursos, configurações e modalidades relacionados, em que o transdutor de áudio é um transdutor acustoelétrico.

[00666] Em outro aspecto, pode-se dizer que a invenção consiste em um dispositivo de áudio compreendendo:

pelo menos um transdutor de áudio com: um diafragma móvel e um mecanismo de transdução configurado para transduzir operativamente um sinal de áudio eletrônico e movimento do diafragma que corresponde à pressão do som;

um invólucro para acomodar o pelo menos um transdutor de áudio no mesmo;

um sistema de montagem de desacoplamento para montar de forma flexível o invólucro a uma estrutura de suporte circundante para pelo menos parcialmente aliviar a transmissão mecânica de vibração entre o pelo menos um transdutor de áudio e a estrutura de suporte; e em que o diafragma de pelo menos um transdutor de áudio compreende um corpo do diafragma com uma periferia externa que está pelo menos parcialmente livre de conexão física com um interior do alojamento do transdutor.

[00667] Preferencialmente, o dispositivo é um alto-falante de computador ou semelhantes. Por exemplo, ele pode compreender dimensões de tamanho menores do que cerca de 0,8 m de altura, menores do que cerca de 0,4 m de largura e/ou menores do que cerca de 0,3 m de profundidade.

[00668] Em outra configuração, o diafragma é suportado por um fluido ferromagnético.

[00669] Preferencialmente, uma proporção substancial do suporte provido ao diafragma contra translações, em uma direção substancialmente paralela ao plano coronal do corpo do diafragma, é provida pelo fluido ferromagnético.

[00670] Em outro aspecto, pode-se dizer que a invenção consiste em um dispositivo de áudio compreendendo:

pelo menos um transdutor de áudio com: um diafragma móvel e um mecanismo de transdução configurado para transduzir operativamente um sinal de áudio eletrônico e movimento do diafragma que corresponde à pressão do som;

um invólucro para acomodar o pelo menos um transdutor de áudio no mesmo; e em que o invólucro é adaptado para uso com um sistema de montagem de desacoplamento para montar de forma flexível o invólucro a uma estrutura de suporte circundante para pelo menos parcialmente aliviar

a transmissão mecânica de vibração entre o pelo menos um transdutor de áudio e a estrutura de suporte; e em que o diafragma de pelo menos um transdutor de áudio compreende um corpo do diafragma com uma periferia externa que está pelo menos parcialmente livre de conexão física com um interior do alojamento do transdutor.

[00671] Em um aspecto adicional, pode-se dizer que a invenção consiste em um dispositivo de áudio pessoal para uso em uma aplicação de áudio pessoal onde o dispositivo está normalmente localizado dentro de aproximadamente 10 centímetros da cabeça de um usuário durante o uso, o dispositivo de áudio compreendendo:

pelo menos um transdutor de áudio com: um diafragma e um mecanismo de excitação configurado para atuar sobre o diafragma para mover o diafragma em uso em resposta a um sinal eletrônico para gerar som; e

pelo menos um alojamento associado a cada transdutor de áudio e compreendendo um invólucro ou defletor para acomodar o transdutor de áudio; e

em que o diafragma de um ou mais transdutores de áudio compreende uma periferia externa que é pelo menos parcialmente livre de conexão física com um interior do alojamento associado.

[00672] Preferencialmente, o diafragma compreende uma ou mais regiões periféricas que são livres de conexão física com o interior do alojamento. Preferencialmente, a periferia externa está significativamente livre de conexão física de forma tal que uma ou mais regiões periféricas constituem pelo menos 20%, ou mais preferencialmente pelo menos 30% de um comprimento ou perímetro da periferia. Mais preferencialmente, a periferia externa está substancialmente livre de conexão física de forma tal que a uma ou mais regiões periféricas constituem pelo menos 50%, ou mais preferencialmente pelo menos 80% de um comprimento ou perímetro da periferia. Mais preferencialmente a periferia externa está

aproximadamente completamente livre de conexão física, de forma tal que a uma ou mais regiões periféricas constituem aproximadamente um comprimento ou perímetro total da periferia.

[00673] Preferencialmente, todas as regiões da periferia externa do diafragma que se movem a uma distância significativa durante a operação normal, são aproximadamente, inteiramente livres de conexão física com o interior da habitação.

[00674] Em algumas modalidades, a uma ou mais regiões periféricas do diafragma que estão livres de conexão física com um interior do alojamento são suportadas por um fluido. Preferencialmente, o fluido é um fluido ferromagnético. Preferencialmente, o fluido ferromagnético veda ou está em contato direto com a uma ou mais regiões periféricas suportadas pelo fluido ferromagnético, de forma tal que ele impeça substancialmente o fluxo de ar entre as mesmas.

[00675] Preferencialmente, o dispositivo de áudio compreende pelo menos um sistema de montagem de desacoplamento localizado entre o diafragma de pelo menos um dos transdutores de áudio e pelo menos uma outra parte do dispositivo de áudio para pelo menos parcialmente aliviar a transmissão mecânica de vibração entre o diafragma e a pelo menos uma outra parte do dispositivo de áudio, sendo que cada sistema de montagem de desacoplamento monta de forma flexível um primeiro componente a um segundo componente do dispositivo de áudio.

[00676] Em algumas modalidades, o diafragma de um ou mais transdutores de áudio compreende:

um corpo do diafragma com uma ou mais faces principais,

um reforço de estresse normal acoplado ao corpo, o reforço de estresse normal estando acoplado adjacente a pelo menos uma das ditas faces principais para resistir a estresses de compressão-tensão sofridos em ou adjacentes à face do corpo durante a operação, e

pelo menos um membro de reforço interno incorporado dentro do corpo e orientado em um ângulo em relação a pelo menos uma de ditas faces principais para resistir e/ou substancialmente mitigar a deformação por cisalhamento sofrida pelo corpo durante a operação.

[00677] Preferencialmente, o diafragma é anexado de forma rígida a um componente de transferência de força do mecanismo de excitação. Preferencialmente, o componente de transferência de força permanece substancialmente rígido durante o uso.

[00678] Preferencialmente, o componente de transferência de força compreende um componente condutor elétrico que recebe uma corrente elétrica que representa um sinal de áudio. Preferencialmente, o componente condutor elétrico funciona através da lei de Lenz. Preferencialmente, o componente condutor elétrico é uma bobina. Preferencialmente, o mecanismo de excitação compreende adicionalmente um elemento ou estrutura magnética que gera um campo magnético e em que o componente condutor elétrico está localizado no campo magnético in situ. Preferencialmente, a estrutura ou elemento magnético compreende um ímã permanente.

[00679] Preferencialmente, o alojamento compreende uma ou mais aberturas para a transmissão de som gerado pelo movimento do diafragma para o canal auricular do usuário em uso.

[00680] Em algumas modalidades, pelo menos um dos transdutores de áudio é um transdutor de ação linear com. Preferencialmente, o diafragma compreende um corpo do diafragma substancialmente curvo. Preferencialmente, o corpo do diafragma é um corpo substancialmente em formato de domo. Preferencialmente, o corpo compreende uma espessura e/ou profundidade suficiente de forma tal que o corpo seja substancialmente rígido durante a operação. Por exemplo, o corpo pode ser relativamente fino, mas a profundidade total do corpo em formato de domo pode ser pelo menos 15% maior do que uma dimensão de

comprimento máxima ao longo do corpo. Preferencialmente, o transdutor de áudio adicionalmente compreende uma armação de base do diafragma acoplada de forma rígida a e se estendendo longitudinalmente a partir de uma periferia externa do corpo do diafragma. Preferencialmente, o mecanismo de excitação compreende um ou mais componentes de transferência de força acoplados à armação de base. Preferencialmente, o um ou os mais componentes de transferência de força compreende um ou mais enrolamentos de bobina enrolados em torno da armação de base do diafragma. Preferencialmente, uma pluralidade de componentes é distribuída ao longo de um comprimento da armação de base do diafragma. Preferencialmente, o mecanismo de excitação compreende adicionalmente uma estrutura ou conjunto magnético que gera um campo magnético dentro de uma região através da qual o um ou mais enrolamentos de bobina se localizam durante a operação. Preferencialmente, a estrutura magnética compreende peças polares opostas e gera um campo magnético em uma ou mais lacunas formadas entre as peças polares. Preferencialmente, a armação de base do diafragma se estende dentro de uma ou mais lacunas. Preferencialmente, em uma posição neutra do diafragma, a uma ou mais bobinas são alinhadas com a uma ou mais lacunas. Preferencialmente, o transdutor de áudio compreende um par de bobinas e um par de lacunas de campo magnético associadas. Preferencialmente, o conjunto de diafragma faz movimento reciprocante em relação à estrutura magnética durante a operação. Preferencialmente, anéis de fluido ferromagnético se estendem em torno da periferia interna de cada lacuna para suspender o diafragma. Preferencialmente, a armação de base do diafragma e o diafragma estão livres de conexão física em torno de uma porção aproximadamente inteira das periferias associadas.

[00681] Em algumas formas, o dispositivo de áudio compreende adicionalmente pelo menos um sistema de montagem de desacoplamento para montar um transdutor de áudio dentro do alojamento associado. De

preferência, o sistema de montagem de desacoplamento está localizado entre o diafragma do transdutor de áudio e pelo menos uma outra parte do dispositivo de áudio para pelo menos parcialmente aliviar a transmissão mecânica de vibração entre o conjunto de diafragma e a pelo menos uma outra parte do dispositivo de áudio, sendo que o sistema de montagem de desacoplamento monta de forma flexível um primeiro componente a um segundo componente do dispositivo de áudio, de forma direta ou indireta. Em algumas formas, o sistema de desacoplamento compreende uma pluralidade de blocos de montagem flexível. De preferência, os blocos de montagem são distribuídos sobre uma superfície exterior periférica do primeiro componente e rigidamente conectados em um lado à superfície exterior periférica do primeiro componente e, em um lado oposto, à superfície interior periférica do segundo componente.

[00682] Em algumas modalidades de uma ou mais regiões da periferia externa do diafragma, que não estão em conexão física com o interior do alojamento são separadas por uma lacuna de ar do interior do alojamento. De preferência, uma lacuna de ar relativamente pequena separa o interior do alojamento de uma ou mais regiões periféricas do diafragma. De preferência, a largura da lacuna de ar definida pela distância entre cada região periférica e o alojamento é menor que $1/10$, e mais, de preferência menor que $1/20$ do comprimento do diafragma. De preferência, uma largura da lacuna de ar definida pela distância entre as uma ou mais regiões periféricas do diafragma e o alojamento é menor do que 1,5 mm de preferência, menor do que 1mm, ou mais preferencialmente menor do que 0,5 mm.

[00683] Em algumas modalidades, uma distribuição de massa associada com o corpo do diafragma ou a uma distribuição de massa associada ao reforço de tensão normal, ou ambos, é tal que o diafragma compreende um número relativamente menor de massa em uma ou mais

regiões de pequena massa do diafragma em relação à massa em uma ou mais regiões do diafragma de massa relativamente alta.

[00684] De preferência a um ou mais regiões de pequena massa são regiões periféricas distais a partir de uma localização de centro de massa do diafragma e a uma ou mais regiões com massa elevada são em ou próximas da localização do centro de massa.

[00685] Preferencialmente as regiões de pequena massa estão em uma extremidade do diafragma e as regiões de grande massa estão numa extremidade oposta. Preferencialmente as regiões de pequena massa são distribuídas substancialmente sobre toda uma periferia externa do diafragma e as regiões com massa elevada são uma região central do diafragma.

[00686] De preferência, uma distribuição de massa do reforço de tensão normal é tal que um número relativamente menor de quantidade de massa está localizado em uma ou mais regiões de pequena massa.

[00687] Como alternativa ou em complemento, uma distribuição de massa do corpo de diafragma é tal que o corpo de diafragma compreende uma massa relativamente menor nas uma ou mais regiões de pequena massa. De preferência, uma espessura do corpo de diafragma é reduzida por afilamento em direção a uma ou mais regiões de pequena massa, de preferência a partir do local de centro de massa.

[00688] Em algumas modalidades, pelo menos, um transdutor de áudio é um transdutor de áudio de ação rotativa. De preferência, o transdutor de áudio compreende uma estrutura de base do transdutor e um sistema de dobradiça para acoplar de maneira rotativa o diafragma em relação à estrutura de base do transdutor. De preferência, o diafragma compreende uma estrutura substancialmente rígida. De preferência, o diafragma compreende um corpo de diafragma tendo reforço de tensão normal exterior acoplado a uma ou mais faces. De preferência, o diafragma compreende reforço de tensão interno embutido dentro do corpo de

diafragma. De preferência, o diafragma compreende um corpo de diafragma substancialmente grosso. De preferência, o corpo de diafragma compreende uma espessura substancialmente afunilada ao longo de um comprimento do corpo. De preferência, uma extremidade de base grossa do corpo de diafragma é rigidamente acoplada a uma armação de base de diafragma do transdutor de áudio. De preferência, o mecanismo de excitação compreende um componente de transferência de força rigidamente acoplado à armação de base de diafragma. De preferência, o componente de transferência de força compreende uma ou mais bobinas. De preferência, a estrutura de base do transdutor compreende uma estrutura magnética configurada para gerar um campo magnético dentro de um canal atravessado pelo componente de transferência de força durante operação. De preferência, o canal é formado entre as peças de pólo interno e externo da estrutura magnética. De preferência, o canal é substancialmente curvo e uma placa de estrutura de base do transdutor na qual as bobinas são rigidamente fixadas é curva.

[00689] Em uma forma, o sistema de dobradiça compreende uma montagem de dobradiças com uma ou mais articulações de dobradiça, em que cada articulação de dobradiça compreende um elemento de dobradiça e um membro de contato, o membro de contato tendo uma superfície de contato; e em que, durante a operação cada articulação de dobradiça é configurada para permitir que o elemento de dobradiça mova-se em relação ao membro de contato associado, mantendo um contato físico substancialmente consistente com a superfície de contato, e a montagem de dobradiças induz o elemento de dobradiça ao superfície de contato. De preferência, o sistema de dobradiça compreende um mecanismo tensionador para tensionar cada elemento de dobradiça em direção à superfície de contato associada.

[00690] Em uma configuração, o mecanismo tensionador compreende um membro resiliente, tal como uma mola, mantida em

compressão efetivamente em relação a cada elemento de dobradiça. Em outra configuração alternativa o mecanismo tensionador compreende um mecanismo magnético composto por um campo magnético, gerando uma estrutura e um elemento de dobradiça ferromagnético.

[00691] Em uma configuração, cada superfície de contato é substancialmente curva de forma côncava, pelo menos em seção transversal, e cada elemento de dobradiça associado compreende uma superfície de contato curva substancialmente de forma convexa, pelo menos em seção transversal. De preferência, a superfície de contato curva de forma côncava compreende um maior raio de curvatura que o da superfície de contato curva de forma convexa. Em outra configuração, cada superfície de contato é substancialmente plana e o elemento de dobradiça associado compreende uma superfície de contato curva de forma convexa, pelo menos em seção transversal.

[00692] Preferencialmente, o sistema de dobradiça compõe um par de articulações de dobradiça configurado para localizar em ambos os lados do diafragma. De preferência, os elementos de dobradiça são rigidamente acoplados ao diafragma e os membros de contato são rigidamente acoplados a e estendem-se a partir da estrutura de base do transdutor

[00693] Ainda de outra forma o sistema de dobradiça compreende pelo menos uma articulação de dobradiça, cada articulação de dobradiça articuladamente acoplando o diafragma à estrutura de base do transdutor, para permitir que o diafragma rotacione em relação à estrutura de base do transdutor em torno de um eixo de rotação durante a operação, a articulação de dobradiça sendo rigidamente conectada em um lado à estrutura de base do transdutor, em um lado oposto ao diafragma, e compreendendo, pelo menos, dois elementos de dobradiça resilientes angulares em relação um ao outro, e em que cada elemento de dobradiça está intimamente associado tanto à estrutura de base do transdutor e o diafragma, e compreende rigidez de translação substancial para resistir à

compressão, tensão e/ou deformação por cisalhamento ao longo de e por todo o elemento, e flexibilidade substancial para permitir flexão em resposta a forças normais à seção durante a operação. Em algumas configurações, cada elemento de dobradiça flexível de cada articulação de dobradiça é substancialmente flexível ao ser dobrado. De preferência, cada elemento de dobradiça é substancialmente rígido contra torção. Em configurações alternativas, cada elemento de dobradiça flexível de cada articulação de dobradiça é substancialmente flexível ao ser torcido. De preferência, cada elemento de dobradiça flexível é substancialmente rígido contra dobra.

[00694] De preferência, o dispositivo de áudio compreende adicionalmente pelo menos um sistema de montagem de desacoplamento para montar um transdutor de áudio dentro do alojamento associado. De preferência, o sistema de montagem de desacoplamento está localizado entre o diafragma do transdutor de áudio e pelo menos uma outra parte do dispositivo de áudio para pelo menos parcialmente aliviar a transmissão mecânica de vibração entre o diafragma e a pelo menos uma outra parte do dispositivo de áudio, sendo que o sistema de montagem de desacoplamento monta de forma flexível um primeiro componente a um segundo componente do dispositivo de áudio, de forma direta ou indireta. Desta forma, o sistema de montagem de desacoplamento, pelo menos parcialmente, alivia a transmissão mecânica de vibração entre o diafragma e a pelo menos outra parte do dispositivo de áudio ao longo de pelo menos um eixo de translação, ou, mais preferencialmente, ao longo de pelo menos dois eixos de translação substancialmente ortogonais, ou ainda, mais preferencialmente, ao longo de três eixos de translação substancialmente ortogonais. Além disso, o sistema de montagem de desacoplamento, pelo menos parcialmente, alivia a transmissão mecânica de vibração entre o diafragma e a pelo menos outra parte do dispositivo de áudio sobre pelo menos um eixo de rotação, ou, mais preferencialmente, sobre, pelo menos dois eixos de rotação substancialmente ortogonais, ou ainda, mais

preferencialmente, sobre três eixos de rotação substancialmente ortogonais. De preferência, o sistema de montagem de desacoplamento se acopla entre a estrutura de base do transdutor e um interior do alojamento. De preferência, o sistema de desacoplamento compreende pelo menos uma montagem de eixo do nó que é configurada para ser localizada em ou próxima de um do local eixo do nó associado com a estrutura de base do transdutor. De preferência, o sistema de desacoplamento compreende pelo menos uma montagem distal configurada para ser localizada distal de um do local de eixo do nó associado com a estrutura de base do transdutor. De preferência a pelo menos uma montagem de eixo do nó é relativamente menos complacente e/ou relativamente menos flexível do que a pelo menos uma montagem distal.

[00695] Em algumas modalidades, o dispositivo de áudio compreende pelo menos um dispositivo de interface, cada dispositivo de interface compreendendo um alojamento dentre o pelo menos um alojamento e a incorporação de pelo menos um dos transdutores de áudio em si. De preferência, cada interface de dispositivo é configurada para acionar a cabeça do usuário para localizar o transdutor de áudio associado em relação a um ouvido de um usuário. De preferência, a interface é configurada para localizar o transdutor de áudio associado próximo de ou em um canal auricular de um usuário.

[00696] De preferência, o dispositivo de áudio compreende um par de dispositivos de interface para cada ouvido do usuário.

[00697] De uma forma cada dispositivo de interface é um casco de headphone. Preferencialmente, cada casco de headphone compreende uma almofada da interface configurada para se localizar em ou acerca de um ouvido de um usuário. De preferência, a almofada compreende um elemento de vedação para criar uma vedação substancial acerca do ouvido do usuário em uso. Preferencialmente, o dispositivo de áudio adicionalmente compreende uma haste para a cabeça estendendo-se entre

os cascos do headphone e configurada para estar localizada sobre a coroa da cabeça do usuário em uso.

[00698] Em outra forma, cada dispositivo de interface é uma interface de fone de ouvido. Preferencialmente, cada interface de fone de ouvido compreende um plugue de interface configurado para estar localizado em, adjacente ou dentro do canal do ouvido do usuário em uso. De preferência, o plugue de interface compreende um elemento de vedação para criar uma vedação substancial em, adjacente ou dentro do canal do ouvido do usuário.

[00699] Em uma forma, a interface de fone de ouvido compreende um canal de interface substancialmente longitudinal acoplado de forma audível ao diafragma e configurado para estar localizado diretamente adjacente ao canal auricular do usuário in situ. De preferência, o canal de interface compreende uma inserção de amortecimento de som em um gargalo do canal, tal como espuma ou outro elemento poroso ou permeável.

[00700] De preferência, o dispositivo de áudio compreende pelo menos um transdutor de áudio tendo FRO que inclui a banda de frequência de 160Hz a 6kHz, ou mais de preferência incluindo a banda de frequência 120 hz a 8 khz, ou mais de preferência incluindo a banda de frequência de 100Hz a 10kHz, ou ainda mais de preferência incluindo a banda de frequência de 80 hz a 12 khz, ou mais de preferência incluindo a banda de frequência de 60Hz a 14kHz.

[00701] De preferência, cada dispositivo de interface compreende não mais do que três transdutores de áudio, coletivamente tendo FRO que inclui a banda de frequência de 160Hz a 6kHz, ou mais de preferência incluindo a banda de frequência de 120 hz a 8 khz, ou mais de preferência incluindo a banda de frequência de 100Hz a 10kHz, ou mesmo mais de preferência incluindo a banda de frequência 80 hz a 12 khz, ou mais de preferência incluindo a banda de frequência de 60Hz a 14kHz.

[00702] De preferência, cada dispositivo de áudio compreende não mais que dois transdutores de áudio, coletivamente tendo FRO que inclui a banda de frequência de 160Hz a 6kHz, ou mais de preferência incluindo a banda de frequência 120 hz a 8 khz, ou mais de preferência incluindo a banda de frequência de 100Hz a 10kHz, ou ainda mais de preferência incluindo a banda de frequência de 80 hz a 12 khz, ou mais de preferência incluindo a banda de frequência de 60Hz a 14kHz.

[00703] De preferência, cada dispositivo de áudio compreende um único transdutor de áudio tendo FRO que inclui a banda de frequência de 160Hz a 6kHz, ou mais de preferência incluindo a banda de frequência 120 hz a 8 khz, ou mais de preferência incluindo a banda de frequência de 100Hz a 10kHz, ou ainda mais de preferência incluindo a banda de frequência de 80 hz a 12 khz, ou mais de preferência incluindo a banda de frequência de 60Hz a 14kHz.

[00704] De preferência, cada dispositivo de interface é configurado para criar uma vedação suficiente entre uma cavidade de ar interna em um lado da interface configurado para localizar adjacente ao ouvido de um usuário em uso e um volume de ar externo ao dispositivo in situ.

[00705] De preferência, o alojamento associado a cada dispositivo de interface compreende pelo menos uma passagem de fluido da primeira cavidade para uma segunda cavidade localizada em um lado oposto do dispositivo à primeira cavidade, da primeira cavidade para um volume de ar externo ao dispositivo, ou ambos

[00706] Preferencialmente, cada passagem de fluido provê uma passagem de fluido substancialmente restritiva para restringir substancialmente o fluxo de gases através da mesma in situ e durante a operação. O fluido de passagem pode compreender uma redução do diâmetro ou largura na junção com um volume de ar em ambos os lados e/ou pode compreender um elemento de restrição de fluxo de fluido. O

elemento de restrição de fluxo de fluido pode ser uma cobertura porosa ou permeável ou inserção localizada em ou dentro da passagem.

[00707] Em algumas modalidades, o dispositivo de interface compreende uma primeira passagem de fluido que se estende entre uma primeira cavidade frontal em um lado do diafragma configurado para se localizar adjacente ao ouvido do usuário em uso, e uma segunda cavidade traseira em um lado oposto do diafragma. De preferência, a primeira passagem de fluido compreende uma passagem de fluido de área de entrada substancialmente reduzida em relação às áreas de seção transversal da primeira e segunda cavidades. Em algumas formas, a primeira passagem de fluido está localizada diretamente acerca da periferia do diafragma. Em outras formas, a primeira cavidade está localizada através de uma parede interna do transdutor da estrutura de base do transdutor ou alojamento.

[00708] Em algumas modalidades, o dispositivo de interface compreende uma primeira ou segunda passagem de fluido a partir da primeira cavidade frontal a um volume de ar externo. Em algumas formas, a passagem de fluido compreende uma área de entrada substancialmente reduzida em relação a uma área de seção transversal de um volume de ar adjacente. Em algumas outras formas as passagens de fluido compreendem uma área de entrada substancialmente grande em relação a uma área de seção transversal da primeira cavidade frontal e incorpora, também, um elemento de restrição de fluxo que é substancialmente restritivo para o fluxo de gases através de si.

[00709] Em algumas modalidades, o dispositivo de áudio é um telefone móvel.

[00710] Em algumas modalidades, o dispositivo de áudio é um aparelho auditivo.

[00711] Em algumas modalidades, o dispositivo de áudio é um microfone.

[00712] Em outro aspecto, pode-se dizer que a invenção consiste em um aparato de headphone, compreendendo um par de dispositivos de interface de headphone configurados para estarem localizados acerca de cada uma das orelhas do usuário em uso, cada dispositivo de interface compreendendo:

pelo menos um transdutor de áudio com: um diafragma e um mecanismo de excitação configurado para atuar sobre o diafragma para mover o diafragma em uso em resposta a um sinal eletrônico para gerar som; e

pelo menos um alojamento associado a cada transdutor de áudio e compreendendo um invólucro ou defletor para acomodar o transdutor de áudio; e

em que o diafragma de um ou mais transdutores de áudio compreende uma periferia externa que é pelo menos parcialmente livre de conexão física com um interior do alojamento associado.

[00713] Em outro aspecto, pode-se dizer que a invenção consiste em um aparato de fone de ouvido, compreendendo um par de dispositivos de interface de fone de ouvido, cada um configurado para estar localizado dentro de ou adjacente um canal auricular de um usuário em uso, e cada dispositivo de interface compreendendo:

pelo menos um transdutor de áudio com: um diafragma e um mecanismo de excitação configurado para atuar sobre o diafragma para mover o diafragma em uso em resposta a um sinal eletrônico para gerar som; e

pelo menos um alojamento associado a cada transdutor de áudio e compreendendo um invólucro ou defletor para acomodar o transdutor de áudio; e

em que o diafragma de um ou mais transdutores de áudio compreende uma periferia externa que é pelo menos parcialmente livre de conexão física com um interior do alojamento associado.

[00714] Em outro aspecto, pode-se dizer que a invenção consiste em um telefone móvel, incluindo um dispositivo de áudio, o dispositivo de áudio compreendendo:

pelo menos um transdutor de áudio com: um diafragma e um mecanismo de excitação configurado para atuar sobre o diafragma para mover o diafragma em uso em resposta a um sinal eletrônico para gerar som; e

pelo menos um alojamento associado a cada transdutor de áudio e compreendendo um invólucro ou defletor para acomodar o transdutor de áudio; e

em que o diafragma de um ou mais transdutores de áudio compreende uma periferia externa que é pelo menos parcialmente livre de conexão física com um interior do alojamento associado.

[00715] Em outro aspecto, pode-se dizer que a invenção consiste de um aparelho auditivo, compreendendo:

pelo menos um transdutor de áudio com: um diafragma e um mecanismo de excitação configurado para atuar sobre o diafragma para mover o diafragma em uso em resposta a um sinal eletrônico para gerar som; e

pelo menos um alojamento associado a cada transdutor de áudio e compreendendo um invólucro ou defletor para acomodar o transdutor de áudio; e

em que o diafragma de um ou mais transdutores de áudio compreende uma periferia externa que é pelo menos parcialmente livre de conexão física com um interior do alojamento associado.

[00716] Em outro aspecto, a invenção consiste em um microfone, compreendendo:

pelo menos um transdutor de áudio com: um diafragma e mecanismo de transdução configurado para transduzir o movimento do diafragma gerado pelo som em um sinal de áudio elétrico; e

pelo menos um alojamento associado a cada transdutor de áudio e compreendendo um invólucro ou defletor para acomodar o transdutor de áudio; e

em que o diafragma de um ou mais transdutores de áudio compreende uma periferia externa que é pelo menos parcialmente livre de conexão física com um interior do alojamento associado.

[00717] Em outro aspecto, a invenção consiste em um dispositivo de áudio pessoal para uso em uma aplicação de áudio pessoal na qual o dispositivo está normalmente localizado dentro de aproximadamente 10 centímetros da cabeça de um usuário durante o uso, o dispositivo de áudio compreendendo:

pelo menos um transdutor de áudio com: um diafragma e um mecanismo de excitação configurado para atuar sobre o diafragma para mover o diafragma em uso em resposta a um sinal eletrônico para gerar som; e

pelo menos um alojamento associado a cada transdutor de áudio e compreendendo um invólucro ou defletor para acomodar o transdutor de áudio; e

em que o diafragma de um ou mais transdutores de áudio é substancialmente completamente livre de conexão física com um interior do alojamento associado.

[00718] Em outro aspecto, a invenção consiste em um dispositivo de áudio pessoal para uso em uma aplicação de áudio pessoal na qual o dispositivo está normalmente localizado dentro de aproximadamente 10 centímetros da cabeça de um usuário durante o uso, o dispositivo de áudio compreendendo:

pelo menos um transdutor de áudio com: um diafragma e um mecanismo de excitação configurado para atuar sobre o diafragma para mover o diafragma em uso em resposta a um sinal eletrônico para gerar som; e

pelo menos um alojamento associado a cada transdutor de áudio e compreendendo um invólucro ou defletor para acomodar o transdutor de áudio;

em que pelo menos um transdutor de áudio associado a pelo menos um alojamento compreende uma suspensão que conecta uma periferia externa do diafragma ao alojamento; e

em que a suspensão conecta o diafragma somente parcialmente em torno do perímetro da periferia.

[00719] Preferencialmente, a suspensão conecta o diafragma ao longo de um comprimento que é menor que 80% do perímetro da periferia. Preferencialmente, a suspensão conecta o diafragma ao longo de um comprimento que é menor que 50% do perímetro da periferia. Mais preferencialmente, a suspensão conecta o diafragma ao longo de um comprimento que é menor que 20% do perímetro da periferia.

[00720] A suspensão pode ser um sólido circundante ou elemento de vedação, por exemplo.

[00721] Em outro aspecto, também pode-se dizer que a invenção consiste em um aparato de fone de ouvido, compreendendo pelo menos um dispositivo de interface de fone de ouvido configurado para ser localizado dentro da concha do ouvido e um usuário in situ, cada dispositivo de interface de fone de ouvido compreendendo:

um transdutor de áudio com: um diafragma e um mecanismo de excitação configurado para atuar sobre o diafragma para mover o diafragma em uso em resposta a um sinal eletrônico para gerar som; e

um alojamento, compreendendo um invólucro ou defletor para acomodar o transdutor de áudio e configurado para ser mantido dentro da concha do ouvido do usuário em uso;

em que o diafragma do transdutor de áudio compreende uma ou mais regiões periféricas de uma periferia externa que são livres de conexão física com um interior do alojamento; e

em que uma lacuna de ar relativamente pequena separa o interior do alojamento da uma ou mais regiões periféricas do diafragma.

[00722] De preferência, a periferia externa está significativamente livre de conexão física de tal modo que uma ou mais regiões periféricas constituem pelo menos 20%, ou mais preferencialmente pelo menos 30% de um comprimento ou perímetro da periferia. Mais preferencialmente, a periferia externa está substancialmente livre de conexão física de tal modo que uma ou mais regiões periféricas constituem pelo menos 50%, ou mais preferencialmente pelo menos 80% de um comprimento ou perímetro da periferia. Mais preferencialmente, a periferia externa está aproximadamente inteiramente livre de conexão física, de modo que uma ou mais regiões periféricas constituem aproximadamente um comprimento inteiro ou um perímetro da periferia.

[00723] De preferência, a largura da lacuna de ar definida pela distância entre cada região periférica e o alojamento é menor que 1/10, e mais, de preferência menor que 1/20 do comprimento do diafragma.

[00724] De preferência, uma largura da lacuna de ar definida pela distância entre as uma ou mais regiões periféricas do diafragma e o alojamento é menor do que 1,5 mm de preferência, menor do que 1mm, ou mais preferencialmente menor do que 0,5 mm.

[00725] De preferência, o alojamento compreende uma ou mais aberturas para a transmissão de som gerado pelo movimento do diafragma para o canal auricular do usuário em uso.

[00726] Preferencialmente a uma ou mais aberturas são configuradas para serem localizadas no interior da concha do usuário quando o dispositivo está in situ. Em alternativa a uma ou mais aberturas são configuradas para serem localizadas no interior do canal auricular do usuário quando o dispositivo está in situ.

[00727] Em algumas modalidades, o alojamento não veda substancialmente o ar contido dentro do canal auricular e ar fora de dito

canal auricular in situ. Preferencialmente, o alojamento não provê uma vedação substancialmente contínua em torno da periferia do canal auricular do usuário in situ. Preferencialmente, o alojamento não impõe uma pressão substancialmente contínua contra a periferia do canal auricular do usuário in situ.

[00728] De preferência, o alojamento obstrui uma abertura para o canal auricular do usuário in situ a um grau que causa atenuação passiva de som ambiente em 70 Hertz, que é menos que 1 decibel (dB), ou menos que 2dB ou menos que 3 dB ou menos que 6 dB.

[00729] Alternativamente ou adicionalmente, o alojamento obstrui uma abertura para o canal auricular do usuário in situ a um grau que faz com que a atenuação passiva de som ambiente a 120 Hertz, que é menos que 1 decibel (dB), ou menos que 2dB ou menos que 3 dB ou menos que 6 dB.

[00730] Alternativamente ou adicionalmente, o alojamento obstrui uma abertura para o canal auricular do usuário in situ a um grau que causa atenuação passiva de som ambiente em 400 Hertz, que é menos que 1 decibel (dB), ou menos que 2dB ou menos que 3 dB ou menos que 6 dB.

[00731] Em uma modalidade, cada dispositivo de áudio compreende um transdutor de áudio tendo FRO que inclui a banda de frequência de 160Hz a 6kHz, ou mais de preferência incluindo a banda de frequência 120 hz a 8 khz, ou mais de preferência incluindo a banda de frequência de 100Hz a 10kHz, ou ainda mais de preferência incluindo a banda de frequência de 80 hz a 12 khz, ou mais de preferência incluindo a banda de frequência de 60Hz a 14kHz.

[00732] Preferencialmente, o aparato de fone de ouvido compreende um par de dispositivos de interface de fone de ouvido configurados para estarem localizados dentro dos ouvidos do usuário para reproduzir o som. De preferência, os dispositivos de interface de fone de

ouvido são configurados para reproduzir, pelo menos, dois de sinais de áudio independentes.

[00733] Preferencialmente, a FRO é reproduzida sem uma queda constante de pressão do som maior que 20 db, ou mais preferencialmente maior que 14dB, ou ainda mais preferencialmente maior que 10 db, ou mais preferencialmente, maior que 6 db em relação á referência de 'Campo Difuso' sugerida por Hammershoi e Moller, em 2008.

[00734] Preferencialmente, a FRO é reproduzida sem uma queda constante de pressão do som nas extremidades da banda que é maior que 20 db, ou mais preferencialmente maior que 14dB, ou ainda mais preferencialmente maior que 10 db, ou mais preferencialmente, maior que 6 db em relação á referência de 'Campo Difuso' sugerida por Hammershoi e Moller, em 2008.

[00735] Em uma segunda modalidade, cada dispositivo de interface de fone de ouvido compreende não mais que dois transdutores de áudio para compreender coletivamente FRO que inclui a banda de frequência de 160Hz a 6kHz, ou mais de preferência incluindo a banda de frequência 120 hz a 8 khz, ou mais de preferência incluindo a banda de frequência de 100Hz a 10kHz, ou ainda mais de preferência incluindo a banda de frequência de 80 hz a 12 khz, ou mais de preferência incluindo a banda de frequência de 60Hz a 14kHz.

[00736] Em uma terceira modalidade, cada dispositivo de interface de fone de ouvido compreende não mais que três transdutores de áudio para compreender coletivamente FRO que inclui a banda de frequência de 160Hz a 6kHz, ou mais de preferência incluindo a banda de frequência 120 hz a 8 khz, ou mais de preferência incluindo a banda de frequência de 100Hz a 10kHz, ou ainda mais de preferência incluindo a banda de frequência de 80 hz a 12 khz, ou mais de preferência incluindo a banda de frequência de 60Hz a 14kHz.

[00737] Em outro aspecto, a invenção pode também consistir em um dispositivo de áudio pessoal para uso em uma aplicação de áudio pessoal na qual o dispositivo está normalmente localizado dentro de aproximadamente 10 centímetros da cabeça de um usuário durante o uso, o dispositivo de áudio compreendendo:

pelo menos um transdutor de áudio com: um diafragma e um conjunto de dobradiça acoplado ao diafragma, e um mecanismo de excitação que transmite um movimento substancialmente rotacional no diafragma em uso em resposta a um sinal eletrônico; e

um alojamento compreendendo um invólucro ou defletor para acomodar o transdutor de áudio;

em que o diafragma do transdutor de áudio mantém rigidez substancial durante a operação.

[00738] De preferência, o diafragma mantém substancial rigidez durante a operação da FRO do transdutor.

[00739] Preferencialmente, o diafragma compreende uma ou mais regiões periféricas que são livres de conexão física com o interior do alojamento. De preferência, a periferia externa está significativamente livre de conexão física de tal modo que uma ou mais regiões periféricas constituem pelo menos 20%, ou mais preferencialmente pelo menos 30% de um comprimento ou perímetro da periferia. Mais preferencialmente, a periferia externa está substancialmente livre de conexão física de tal modo que uma ou mais regiões periféricas constituem pelo menos 50%, ou mais preferencialmente pelo menos 80% de um comprimento ou perímetro da periferia. Mais preferencialmente, a periferia externa está aproximadamente inteiramente livre de conexão física, de modo que uma ou mais regiões periféricas constituem aproximadamente um comprimento inteiro ou um perímetro da periferia.

[00740] Preferencialmente, o diafragma compreende um corpo do diafragma que é substancialmente grosso em relação a uma maior

dimensão do corpo do diafragma. Preferencialmente, uma espessura máxima do corpo do diafragma é maior que 11% de um comprimento máximo do corpo do diafragma, ou ainda mais preferencialmente maior que 14% do comprimento máximo.

[00741] Em algumas modalidades, o diafragma de um ou mais transdutores de áudio compreende:

um corpo do diafragma com uma ou mais faces principais,

um reforço de estresse normal acoplado ao corpo, o reforço de estresse normal estando acoplado adjacente a pelo menos uma das ditas faces principais para resistir a estresses de compressão-tensão sofridos em ou adjacentes à face do corpo durante a operação, e

pelo menos um membro de reforço interno incorporado dentro do corpo e orientado em um ângulo em relação a pelo menos uma de ditas faces principais para resistir e/ou substancialmente mitigar a deformação por cisalhamento sofrida pelo corpo durante a operação.

[00742] Em uma forma, o sistema de dobradiça compreende uma montagem de dobradiças com uma ou mais articulações de dobradiça, em que cada articulação de dobradiça compreende um elemento de dobradiça e um membro de contato, o membro de contato tendo uma superfície de contato; e em que, durante a operação cada articulação de dobradiça é configurada para permitir que o elemento de dobradiça mova-se em relação ao membro de contato associado, mantendo um contato físico substancialmente consistente com a superfície de contato, e a montagem de dobradiças induz o elemento de dobradiça ao superfície de contato. Preferencialmente, o sistema de dobradiças compreende um mecanismo tensionador para induzir cada elemento de dobradiça em direção à superfície de contato associada.

[00743] Ainda de outra forma o sistema de dobradiça compreende pelo menos uma articulação de dobradiça, cada articulação de dobradiça articuladamente acoplando o diafragma à estrutura de base do transdutor,

para permitir que o diafragma rotacione em relação à estrutura de base do transdutor em torno de um eixo de rotação durante a operação, a articulação de dobradiça sendo rigidamente conectada em um lado à estrutura de base do transdutor, em um lado oposto ao diafragma, e compreendendo, pelo menos, dois elementos de dobradiça resilientes angulares em relação um ao outro, e em que cada elemento de dobradiça está intimamente associado tanto à estrutura de base do transdutor e o diafragma, e compreende rigidez de translação substancial para resistir à compressão, tensão e/ou deformação por cisalhamento ao longo de e por todo o elemento, e flexibilidade substancial para permitir flexão em resposta a forças normais à seção durante a operação. Em algumas configurações, cada elemento de dobradiça flexível de cada articulação de dobradiça é substancialmente flexível ao ser dobrado. Preferencialmente, cada elemento de dobradiça é substancialmente rígido contra torção. Em configurações alternativas, cada elemento de dobradiça flexível de cada articulação de dobradiça é substancialmente flexível ao ser torcido. Preferencialmente, cada elemento de dobradiça flexível é substancialmente rígido contra dobra.

[00744] Em um aspecto adicional, a invenção pode também consistir em um dispositivo de áudio pessoal para uso em uma aplicação de áudio pessoal na qual o dispositivo está normalmente localizado dentro de aproximadamente 10 centímetros da cabeça de um usuário durante o uso, o dispositivo de áudio compreendendo:

um transdutor de áudio com: um diafragma, uma estrutura de base do transdutor, um conjunto de dobradiça que acopla de forma rotacional o diafragma à estrutura de base do transdutor, e um mecanismo de excitação que transmite um movimento substancialmente rotacional no corpo do diafragma em uso em resposta a um sinal eletrônico; e em que o sistema de dobradiça compreende pelo menos uma articulação de dobradiça, cada articulação de dobradiça articuladamente acoplando o diafragma à estrutura

de base do transdutor, para permitir que o diafragma rotacione em relação à estrutura de base do transdutor em torno de um eixo de rotação durante a operação, a articulação de dobradiça sendo rigidamente conectada em um lado à estrutura de base do transdutor e em um lado oposto ao diafragma, e compreendendo pelo menos dois elementos de dobradiça resilientes angulares em relação um ao outro, e em que cada elemento de dobradiça está intimamente associado tanto à estrutura de base do transdutor quanto ao diafragma, e compreende rigidez de translação substancial para resistir à compressão, tensão e/ou deformação por cisalhamento ao longo de e por todo o elemento, e flexibilidade substancial para permitir flexão em resposta a forças normais à seção durante a operação.

[00745] Em algumas modalidades, cada elemento de dobradiça flexível de cada articulação de dobradiça é substancialmente flexível ao ser dobrado. Preferencialmente, cada elemento de dobradiça é substancialmente rígido contra torção.

[00746] Em modalidades alternativas, cada elemento de dobradiça flexível de cada articulação de dobradiça é substancialmente flexível ao ser torcido. Preferencialmente, cada elemento de dobradiça flexível é substancialmente rígido contra dobra.

[00747] Em um aspecto adicional, a invenção pode também consistir em um dispositivo de áudio pessoal para uso em uma aplicação de áudio pessoal na qual o dispositivo está normalmente localizado dentro de aproximadamente 10 centímetros da cabeça de um usuário durante o uso, o dispositivo de áudio compreendendo:

um transdutor de áudio com: um diafragma, uma estrutura de base do transdutor, um sistema de dobradiça que acopla de forma rotacional o conjunto de diafragma à estrutura de base do transdutor, e um mecanismo de excitação que transmite um movimento substancialmente rotacional no diafragma em uso em resposta a um sinal eletrônico; em que o sistema de dobradiça compreende um conjunto de dobradiça com uma ou mais

articulações de dobradiça, em que cada articulação de dobradiça compreende um elemento de dobradiça e um membro de contato, o membro de contato tendo uma superfície de contato; e em que, durante a operação, cada articulação de dobradiça é configurada para permitir que o elemento de dobradiça se mova em relação ao membro de contato associado, ao mesmo tempo em que mantém contato físico substancialmente consistente com a superfície de contato, e o conjunto de dobradiça tensiona o elemento de dobradiça em direção à superfície de contato.

[00748] Em outro aspecto, também pode-se dizer que a invenção consiste em um dispositivo de interface de fone de ouvido, configurado para ser localizado substancialmente dentro ou adjacente à concha do ouvido de um usuário in situ, o dispositivo de interface de fone de ouvido compreendendo:

um transdutor de audio com: um diafragma compreendendo um corpo do diafragma e um conjunto de dobradiça acoplado ao diafragma, e um mecanismo de excitação que transmite um movimento substancialmente rotacional no corpo do diafragma em uso em torno de um eixo de rotação aproximado em resposta a um sinal eletrônico; e

um alojamento compreendendo um invólucro ou defletor para acomodar o transdutor de áudio; e

em que o corpo do diafragma do transdutor de áudio é substancialmente rígido durante a operação; e

em que o corpo do diafragma do transdutor de áudio compreende uma espessura em pelo menos uma região que é maior do que aproximadamente 15% de uma distância do eixo de rotação até uma periferia mais distal do corpo do diafragma. Mais preferencialmente, a espessura é maior do que aproximadamente 20% da distância total.

[00749] Em outro aspecto, também pode-se dizer que a invenção consiste em dispositivo de interface de fone de ouvido, configurado para ser

localizado substancialmente dentro ou adjacente à concha do ouvido de um usuário in situ, o dispositivo de interface de fone de ouvido compreendendo:

um transdutor de áudio com: um diafragma e um conjunto de dobradiça acoplado ao diafragma, e um mecanismo de excitação que transmite um movimento substancialmente rotacional no diafragma em uso em resposta a um sinal eletrônico; e

um alojamento compreendendo um invólucro ou defletor para acomodar o transdutor de áudio; e

em que o diafragma do transdutor de áudio é substancialmente rígido durante a operação do transdutor de áudio; e

em que partes do mecanismo de excitação do transdutor de áudio que estão conectadas ao diafragma associado estão conectadas de forma rígida.

[00750] Em outro aspecto, também pode-se dizer que a invenção consiste em dispositivo de interface de fone de ouvido, configurado para ser localizado substancialmente dentro ou adjacente à concha do ouvido de um usuário in situ, o dispositivo de interface de fone de ouvido compreendendo:

um transdutor de áudio com: um diafragma e um conjunto de dobradiça acoplado ao diafragma, e um mecanismo de excitação que transmite um movimento substancialmente rotacional no diafragma em uso em resposta a um sinal eletrônico; e

um alojamento compreendendo um invólucro ou defletor para acomodar o transdutor de áudio; e

em que o diafragma do transdutor de áudio é substancialmente rígido durante a operação do transdutor de áudio; e

em que o diafragma do transdutor de áudio compreende uma periferia externa que é pelo menos parcialmente livre de conexão física com um interior do alojamento.

[00751] Em outro aspecto, a invenção pode consistir em um dispositivo de áudio pessoal para uso em uma aplicação de áudio pessoal

na qual o dispositivo está normalmente localizado dentro de aproximadamente 10 centímetros da cabeça de um usuário durante o uso, o dispositivo de áudio compreendendo:

- um transdutor de áudio com: um diafragma e um mecanismo de excitação configurado para atuar sobre o diafragma para mover o corpo do diafragma em uso em resposta a um sinal eletrônico para gerar som; e

- um alojamento compreendendo um invólucro ou defletor para acomodar o transdutor de áudio; e

- em que o diafragma do transdutor de áudio compreende uma periferia externa que é pelo menos parcialmente livre de conexão física com um interior do alojamento;

- em que o dispositivo de áudio cria uma vedação suficiente entre uma cavidade de ar interna em um lado do dispositivo configurado para se localizar adjacente ao ouvido de um usuário em uso e um volume de ar externo ao dispositivo in situ; e

- em que o invólucro ou defletor associado ao transdutor de áudio compreende pelo menos uma passagem de fluido da primeira cavidade para uma segunda cavidade localizada em um lado oposto do dispositivo à primeira cavidade, ou da primeira cavidade para o volume de ar externo ao dispositivo, ou ambos

[00752] Preferencialmente, o diafragma compreende uma ou mais regiões periféricas que são livres de conexão física com o interior do alojamento. De preferência, a periferia externa está significativamente livre de conexão física de tal modo que uma ou mais regiões periféricas constituem pelo menos 20%, ou mais preferencialmente pelo menos 30% de um comprimento ou perímetro da periferia. Mais preferencialmente, a periferia externa está substancialmente livre de conexão física de tal modo que uma ou mais regiões periféricas constituem pelo menos 50%, ou mais preferencialmente pelo menos 80% de um comprimento ou perímetro da periferia. Mais preferencialmente, a periferia externa está aproximadamente

inteiramente livre de conexão física, de modo que uma ou mais regiões periféricas constituem aproximadamente um comprimento inteiro ou um perímetro da periferia.

[00753] Preferencialmente, cada passagem de fluido provê uma passagem de fluido substancialmente restritiva para restringir substancialmente o fluxo de gases através da mesma in situ e durante a operação. O fluido de passagem pode compreender a abertura de uma redução do diâmetro ou largura na junção com um volume de ar em ambos os lados e/ou pode compreender um elemento de restrição de fluxo de fluido. O elemento de restrição de fluxo de fluido pode ser uma cobertura porosa ou permeável ou inserção localizada em ou dentro da passagem.

[00754] Em algumas modalidades, o dispositivo de interface compreende uma primeira passagem de fluido que se estende entre uma primeira cavidade frontal em um lado do diafragma configurado para se localizar adjacente ao ouvido do usuário em uso, e uma segunda cavidade traseira em um lado oposto do diafragma. De preferência, a primeira passagem de fluido compreende uma abertura de área de entrada substancialmente reduzida em relação às áreas de seção transversal da primeira e segunda cavidades. Em algumas formas, a primeira passagem de fluido está localizada diretamente acerca da periferia do diafragma. Em outras formas, a primeira cavidade está localizada através de uma parede interna do transdutor da estrutura de base do transdutor ou alojamento.

[00755] Em algumas modalidades, o dispositivo de interface compreende uma primeira ou segunda passagem de fluido a partir da primeira cavidade frontal a um volume de ar externo. Em algumas formas, a passagem de fluido compreende uma área de entrada substancialmente reduzida em relação a uma área de seção transversal de um volume de ar adjacente. Em algumas outras formas as passagens de fluido compreendem uma área de entrada substancialmente grande em relação a uma área de seção transversal da primeira cavidade frontal e incorpora,

também, um elemento de restrição de fluxo que é substancialmente restritivo para o fluxo de gases através de si.

[00756] Em algumas modalidades, o dispositivo de interface compreende uma primeira ou segunda passagem de fluido a partir da primeira cavidade traseira a um volume de ar externo. Em algumas formas, a passagem de fluido compreende uma área de entrada substancialmente reduzida em relação a uma área de seção transversal de um volume de ar adjacente. Em algumas outras formas as passagens de fluido compreendem uma área de entrada substancialmente grande em relação a uma área de seção transversal da primeira cavidade frontal e incorpora, também, um elemento de restrição de fluxo que é substancialmente restritivo para o fluxo de gases através de si.

[00757] Em algumas modalidades, a uma ou mais passagens de fluido podem conectar de forma fluida uma primeira cavidade frontal em um lado do canal auricular do dispositivo a uma segunda cavidade que não incorpora o diafragma ali.

[00758] Preferencialmente, o dispositivo de áudio cria uma vedação suficiente entre um volume de ar em um lado do canal auricular do dispositivo e um volume de ar em um lado externo do dispositivo in situ, e em que o volume de ar preso dentro do lado do canal auricular do dispositivo in situ é suficientemente pequeno, de forma tal que a pressão do som gerada dentro do canal auricular, aumenta em uma média de pelo menos 2 dB, ou mais preferencialmente 4 dB, ou mais preferencialmente 6 dB, durante a operação do dispositivo / em relação à pressão do som gerada quando o dispositivo de áudio não está criando uma vedação suficiente in situ.

[00759] Preferencialmente, o dispositivo de áudio cria uma vedação suficiente entre um volume de ar em um lado do canal auricular do dispositivo e um volume de ar em um lado externo do dispositivo in situ, e em que o volume de ar preso dentro do lado do canal auricular do

dispositivo in situ é suficientemente pequeno, de forma tal que a pressão do som gerada dentro do canal auricular, dada uma entrada elétrica em senoide de 70 Hz, aumenta em pelo menos 2 dB, ou mais preferencialmente 4 dB, ou mais preferencialmente 6 dB, em relação à pressão do som gerada quando a mesma entrada elétrica é aplicada quando o dispositivo de áudio não está criando uma vedação suficiente in situ.

[00760] Preferencialmente, ditos vazamentos de ar são formados substancialmente dentro de um único componente. Mais preferencialmente, eles são formados completamente dentro de um único componente. [Isto cobre uma malha? (Gostaria que sim.) A razão é que os vazamentos podem ocorrer muito facilmente entre as superfícies correspondentes, no entanto, com isso, é difícil controlar o tolerâncias durante a fabricação.]

[00761] #251 Preferencialmente a pelo menos uma passagem de vazamento de ar compreende um pequeno orifício e/ou uma malha fina e/ou uma lacuna de ar.

[00762] Em algumas modalidades, uma de ditas passagens de fluido compreende uma ou mais aberturas de diâmetro que é menor que cerca de 0,5 mm, ou mais preferencialmente, menor que cerca de 0,1 mm, ou mais preferencialmente, menor que cerca de 0,03 mm.

[00763] De preferência, ditas passagens de fluido permitem um fluxo suficiente de gases através de si, de modo que sejam coletivamente responsáveis por pelo menos 10%, ou mais preferencialmente pelo menos 25%, ou mais preferencialmente pelo menos 50%, ou mais preferencialmente pelo menos 75% da redução média no nível de pressão do som (SPL) durante a operação do dispositivo por uma faixa de faixa de frequência de 20Hz a 80Hz (média calculada usando ponderações em escala de log em SPL (ou seja, dB) e domínio da frequência), em relação a uma pressão de som gerada quando há vazamento insignificante, pelo

menos 50% do tempo que o dispositivo de áudio está instalado em um dispositivo de medição padrão.

[00764] De preferência, ditas passagens de perda de ar perdem ar suficiente, de modo que sejam coletivamente responsáveis por pelo menos 10%, ou mais preferencialmente pelo menos 25%, ou mais preferencialmente pelo menos 50%, ou mais preferencialmente pelo menos 75% da redução média no nível de pressão do som (SPL) durante a operação do dispositivo por uma onda senoidal de 70Hz, em relação a uma pressão de som gerada quando há vazamento insignificante, pelo menos 50% do tempo que o dispositivo de áudio está instalado em um dispositivo de medição padrão.

[00765] Preferencialmente em média, quando o dispositivo de áudio está instalado em um ouvinte selecionado aleatoriamente pelo mesmo ouvinte, ditas passagens de perda de ar (dentro da periferia do dispositivo) perdem ar suficiente de forma tal que elas sejam coletivamente responsáveis por uma redução de pelo menos 0,5 dB ou mais, preferencialmente de 1 dB ou mais, ou mais preferencialmente ainda de 2 dB, ou ainda mais preferencialmente de 4 dB, ou mais preferencialmente 6dB de SPL durante a operação do dispositivo ao longo de uma faixa de frequência de 20 Hz a 80 Hz (média calculada usando ponderações em escala de log tanto em SPL (isto é, dB) quanto no domínio da frequência), em relação a uma pressão do som gerada quando há perda insignificante através de ditas passagens de perda de ar durante a operação.

[00766] De preferência, em média, quando o dispositivo de áudio está instalado em um ouvinte selecionado aleatoriamente pelo mesmo ouvinte, ditas passagens de perda de ar (dentro da periferia do dispositivo) perdem ar suficiente de modo que sejam coletivamente responsáveis por uma redução de pelo menos 0,5dB, ou mais preferencialmente pelo menos 1dB ou mais preferencialmente ainda pelo menos 2dB ou ainda mais preferencialmente pelo menos 4dB, ou mais preferencialmente pelo menos

de 6dB em SPL durante a operação do dispositivo com uma onda senoidal de 70Hz em relação a uma pressão de som gerada quando há perda insignificante através das ditas passagens de perda de ar durante a operação.

[00767] De preferência, as passagens de fluido são distribuídas por uma distância maior do que uma distância mais curta através de uma face principal do diafragma, ou mais preferencialmente em uma distância superior a 50% a mais do que a distância mais curta em uma face principal do diafragma, ou mais preferencialmente através de uma distância maior que o dobro da distância mais curta em uma face principal do diafragma.

[00768] De preferência, o dispositivo de áudio compreende uma interface que está configurada para aplicar pressão a uma ou mais partes da cabeça, para além e/ou em volta do ouvido, in situ.

[00769] De preferência, o dispositivo de áudio tem uma FRO que inclui a banda de frequência de 160Hz a 6kHz, ou mais de preferência incluindo a banda de frequência 120 hz a 8 khz, ou mais de preferência incluindo a banda de frequência de 100Hz a 10kHz, ou ainda mais de preferência incluindo a banda de frequência de 80 hz a 12 khz, ou mais de preferência incluindo a banda de frequência de 60Hz a 14kHz.

[00770] Em algumas modalidades, o dispositivo de áudio compreende uma interface compatível em que entra em contato com o ouvido, ou partes da cabeça, perto do ouvido.

[00771] Preferencialmente, a interface compatível é permeável ao ar e compreende uma pluralidade de pequenas aberturas que têm o efeito de resistir significativamente ao movimento do ar em frequências de áudio.

[00772] De preferência, a interface compatível compreende uma espuma de célula aberta.

[00773] De preferência, as pequenas aberturas são configuradas de tal forma que, in situ, um volume de ar no lado do canal auricular do

dispositivo é conectado de forma fluida às pequenas aberturas da interface compatível.

[00774] De preferência, a interface compatível compreende um tecido permeável cobrindo uma ou mais partes conectadas de forma fluida a um volume de ar no lado do canal auricular do dispositivo, in situ.

[00775] De preferência, a interface compatível compreende tecido substancialmente não-permeável que cobre uma ou mais partes acessíveis pelo volume de ar no lado externo do dispositivo.

[00776] Em algumas modalidades, o dispositivo de áudio pode incluir múltiplos transdutores de áudio.

[00777] Em um aspecto adicional, a invenção pode também consistir em um dispositivo de áudio pessoal para uso em uma aplicação de áudio pessoal na qual o dispositivo está normalmente localizado dentro de aproximadamente 10 centímetros da cabeça de um usuário durante o uso, o dispositivo de áudio compreendendo:

pelo menos um transdutor de áudio com: um diafragma e um mecanismo de excitação configurado para atuar sobre o diafragma para mover o diafragma em uso em resposta a um sinal eletrônico para gerar som; e

pelo menos um alojamento associado a cada transdutor de áudio e compreendendo um invólucro ou defletor para acomodar o transdutor de áudio;

em que o diafragma de um ou mais transdutores de áudio compreende uma ou mais regiões periféricas da periferia externa que são livres de conexão física com um interior do alojamento associado; e

em que a uma ou mais regiões periféricas do diafragma que estão livres de conexão física com um interior do alojamento são suportadas por um fluido ferromagnético.

[00778] De preferência, o fluido ferromagnético significativamente suporta o diafragma in situ.

[00779] Em outro aspecto, pode-se dizer que a invenção consiste em um aparato de headphone, compreendendo um par de dispositivos de interface de headphone configurados para estarem localizados acerca de cada uma das orelhas do usuário em uso, cada dispositivo de interface compreendendo:

pelo menos um transdutor de áudio com: um diafragma e um mecanismo de excitação configurado para atuar sobre o diafragma para mover o diafragma em uso em resposta a um sinal eletrônico para gerar som; e

pelo menos um alojamento associado a cada transdutor de áudio e compreendendo um invólucro ou defletor para acomodar o transdutor de áudio; e

em que o diafragma de um ou mais transdutores de áudio compreende uma ou mais regiões periféricas da periferia externa que são livres de conexão física com um interior do alojamento associado; e

em que a uma ou mais regiões periféricas do diafragma que estão livres de conexão física com um interior do alojamento são suportadas por um fluido ferromagnético.

[00780] Em outro aspecto, pode-se dizer que a invenção consiste em um aparato de fone de ouvido, compreendendo um par de dispositivos de interface de fone de ouvido, cada um configurado para estar localizado dentro de ou adjacente um canal auricular de um usuário em uso, e cada dispositivo de interface compreendendo:

pelo menos um transdutor de áudio com: um diafragma e um mecanismo de excitação configurado para atuar sobre o diafragma para mover o diafragma em uso em resposta a um sinal eletrônico para gerar som; e

pelo menos um alojamento associado a cada transdutor de áudio e compreendendo um invólucro ou defletor para acomodar o transdutor de áudio; e

em que o diafragma de um ou mais transdutores de áudio compreende uma ou mais regiões periféricas da periferia externa que são livres de conexão física com um interior do alojamento associado; e

em que a uma ou mais regiões periféricas do diafragma que estão livres de conexão física com um interior do alojamento são suportadas por um fluido ferromagnético.

[00781] Preferencialmente, o fluido ferromagnético veda ou está em contato direto com a uma ou mais regiões periféricas suportadas pelo fluido ferromagnético, de forma tal que ele impeça substancialmente o fluxo de ar entre as mesmas.

[00782] Em uma forma, a interface de fone de ouvido compreende um canal de interface substancialmente longitudinal acoplado de forma audível ao diafragma e configurado para estar localizado diretamente adjacente ao canal auricular do usuário in situ. De preferência, o canal de interface compreende uma inserção de amortecimento de som em um gargalo do canal, tal como espuma ou outro elemento poroso ou permeável.

[00783] Qualquer uma ou mais das modalidades acima ou características preferenciais podem ser combinadas com qualquer um ou mais dos aspectos acima.

[00784] Outros aspectos, modalidades, características e vantagens da presente invenção se tornarão aparentes a partir da descrição detalhada e dos desenhos que acompanham, que ilustram, por exemplo, os princípios da presente invenção.

Definições

[00785] A frase "transdutor de áudio", conforme utilizada neste relatório descritivo e reivindicações destina-se a abranger um transdutor electroacústico, tais como um alto-falante, ou um transdutor acustoelétrico tal como um microfone. Apesar de um radiador passivo não ser tecnicamente um transdutor, para os fins do presente relatório descritivo, o

termo "transdutor de áudio" pretende-se também incluir em sua definição radiadores passivos.

[00786] A frase "componente de transferência de força", como usada neste relatório descritivo e as reivindicações significam um membro de um mecanismo de transdução associado dentro do qual:

a) uma força é gerada, que atua um diafragma do mecanismo de transdução, quando o mecanismo de transdução é configurado para converter em energia elétrica a energia sonora; ou

b) movimento físico do membro resulta em uma mudança na força aplicada pelo componente de transferência de força da membrana, no caso em que o mecanismo de transdução é configurado para converter a energia sonora em energia elétrica.

[00787] A frase "áudio pessoal", conforme utilizada neste relatório descritivo e reivindicações em relação a um transdutor ou um dispositivo significa um transdutor alto-falante ou dispositivo operável para a reprodução de áudio e destinado e/ou dedicados à utilização nas proximidades da cabeça ou ouvido de um usuário durante a reprodução de áudio, tal como dentro de aproximadamente 10 cm do ouvido ou cabeça do usuário. Exemplos de transdutores de áudio pessoal ou dispositivos incluem headphones, fones de ouvido, aparelhos auditivo, telefones móveis e similares.

[00788] O termo "compreendendo", conforme utilizado neste relatório descritivo e reivindicações significa "que consiste pelo menos em parte-de". Ao interpretar cada afirmação neste relatório e reivindicações que inclua o termo "compreende", recursos que não aquele ou aqueles precedidos pelo termo também podem estar presente. Termos relacionados, tais como "compreende" e "compreendem" devem ser interpretados da mesma maneira.

[00789] Neste documento, o termo "e/ou" significa "e" ou "ou", ou ambos.

[00790] Como usado neste documento "(s)" depois de um substantivo, significa as formas plural e/ou singular do substantivo.

Intervalos de número

[00791] A referência a uma faixa de números aqui revelada (por exemplo, 1 a 10) é destinada a também incorporar referência a todos os números racionais ou irracionais dentro desse intervalo (por exemplo, 1, 1.1, 2, 3, 3.9, 4, 5, 6, 6.5, 7, 8, 9 e 10) e também qualquer faixa de números racionais ou irracionais dentro desse intervalo (por exemplo, 2 a 8, 1,5 a 5,5 e 3,1 a 4,7) e, portanto, todas as sub-faixas de todos os intervalos expressamente divulgados aqui são expressamente divulgadas. Estes são apenas exemplos do que é especificamente pretendido e todas as combinações possíveis de valores numéricos entre o menor valor e o maior valor enumerado devem ser considerados expressamente divulgados no presente pedido, de forma semelhante.

Faixa de frequência de Operação

[00792] A frase "faixa de frequência de operação" (também referida neste documento como FRO) como usada neste relatório e reivindicações em relação a um determinado transdutor de áudio destina-se a fazer referência à FRO relacionada a áudio do transdutor conforme seria determinado por pessoas versadas na técnica de engenharia acústica, e, opcionalmente, inclui a aplicação de qualquer filtragem externa de hardware ou software. A FRO é, portanto, a faixa de operação que é determinada pela construção do transdutor.

[00793] Como será apreciado por aqueles versados na técnica, a FRO de um transdutor pode ser determinada em conformidade com uma ou mais das seguintes interpretações:

[00794] No contexto de um sistema de alto-falante completo ou sistema de reprodução de áudio ou dispositivo de áudio pessoal, como um headphone, fone de ouvido ou aparelho auditivo, etc., a FRO é o intervalo de frequência dentro da largura de banda audível de 20Hz a 20kHz, sobre a

qual o Nível de Pressão de Som (SPL) é maior do que, ou está dentro de 9dB abaixo (com exclusão de quaisquer bandas estreitas nas quais a resposta cai abaixo de 9dB), da média de SPL produzida pelo sistema como um todo na banda de frequências de 500Hz - 2000Hz (média calculada utilizando ponderações em escala de log em ambos o SPL (i.e. dB) e o domínio da frequência), no caso em que o dispositivo é projetado para a reprodução de áudio precisa, ou, em outros casos, de forma que o dispositivo é projetado para outra finalidade, tal como melhoria de audição ou cancelamento de ruído, a FRO será determinada pela pessoa versada na técnica. Se o sistema de alto-falante etc. é um dispositivo de áudio pessoal típico, em seguida, o SPL deve ser medido em relação à referência-alvo "Campo Difuso" de Hammershoi e Moller mostrado na figura F, por exemplo.

[00795] No contexto de um alto-falante instalado operacionalmente como parte de um sistema de alto-falante ou sistema de reprodução de áudio, a FRO é a faixa de frequência sobre a qual o som que o transdutor produz contribui, direta ou indiretamente através de uma porta ou radiador passivo, etc. para o SPL geral de reprodução de áudio do alto-falante ou sistema de reprodução de áudio dentro de ditas FRO de sistemas;

[00796] No contexto de um radiador passivo instalado operacionalmente como parte de um sistema de alto-falante ou sistema de reprodução de áudio, a FRO é a faixa de frequência sobre a qual o som que o radiador passivo produz contribui, significativamente ao SPL (Nível de Pressão do Som) geral de reprodução de áudio do alto-falante ou sistema de reprodução de áudio dentro de ditas FRO de sistemas;

[00797] No contexto de um microfone, a FRO é a faixa de frequência na qual o transdutor contribui, direta ou indiretamente, significativamente para o nível geral de gravação de áudio, dentro da largura de banda sendo gravada pelo dispositivo de gravação geral (mono-canal), do qual o transdutor é um componente, conforme medido com

qualquer filtro de cruzamento ativo e / ou passivo, que ocorre em tempo real ou então seria destinado a ocorrer pós-gravação, que altera a quantidade de som produzida por um ou mais transdutores no sistema ; ou

[00798] No caso de o transdutor associado não estar operacionalmente instalado como parte de um sistema de alto-falante ou sistema de reprodução de áudio ou microfone, a FRO é a largura de banda na qual o transdutor é considerado adequado para o bom funcionamento conforme considerado pelos versados na técnica.

[00799] No contexto de um transdutor de telefone móvel destinado à reprodução de voz com o transdutor localizado a aproximadamente 5-10 cm do ouvido de um usuário, a FRO é considerada a largura de banda de áudio normalmente aplicada neste cenário de reprodução de voz.

[00800] Para o conjunto acima de interpretações incluídas da frase FRO, a faixa de frequência referida em cada interpretação deve ser determinada ou medida usando um método típico aceito pela indústria de medir a categoria relacionada de sistema de alto-falante ou microfone. Por exemplo, para um método típico aceito pela indústria de medir o SPL produzido por um sistema típico doméstico de alto-falante de chão: a medição ocorre no eixo do tweeter e a resposta de frequência anecoica é medida com um sinal de excitação de 2,83 VRMS a uma distância determinada pelo somatório adequado de todos os alto-falantes e quaisquer ressonadores no sistema. Esta distância é determinada ao se conduzir sucessivamente a medição em janela descrita abaixo, começando em 3 vezes a maior dimensão da fonte e diminuindo a distância de medição em desníveis até que um desnível antes dos desvios de resposta seja aparente.

[00801] O limite inferior da FRO de um alto-falante específico no sistema é a frequência passa-alta de roll-off -6dB produzida por um cruzamento passa-alta ativo e / ou passivo e / ou por qualquer pré-filtragem aplicável do sinal de origem e / ou pelas características de roll-off de baixa

frequência da combinação do alto-falante e / ou qualquer ressonador associado (por exemplo, porta ou radiador passivo, etc., sendo o referido ressonador associado ao dito alto-falante) ou então é o limite inferior de FRO do sistema, será o que tiver a frequência maior entre os dois.

[00802] Tipicamente, o limite superior da FRO de um alto-falante específico no sistema é a frequência passa-baixa de roll-off -6dB produzida por um cruzamento passa-baixa ativo e / ou passivo e / ou por qualquer outra filtragem aplicável do sinal de origem e / ou pelas características de roll-off de alta frequência da combinação do alto-falante e / ou qualquer ressonador associado, ou então é o limite superior de FRO do sistema, será o que tiver a frequência menor entre os dois.

[00803] Uma montagem de medição de headphone típica inclui o uso de um simulador acústico de cabeça padrão.

[00804] A invenção consiste no que foi exposto e também prevê construções das quais seguem exemplos a seguir. Outros aspectos e vantagens da presente invenção se tornarão aparentes, a partir da descrição que segue.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[00805] Modalidades preferidas da invenção, serão descritas apenas como exemplos, e com referência aos desenhos, em que:

[00806] A figura A1 mostra uma modalidade A, um transdutor de ação de dobradiça com um diafragma compósito de baixa inércia rotacional, articulado com dobradiça usando superfícies de contato que rolam entre si, uma força tensionadora aplicada usando o magnetismo, uma estrutura de fixação consistindo de coluna usada para ajudar a localizar o diafragma dentro da estrutura de base do transdutor, e também uma barra de torção para ajudar a localizar e centralizar o diafragma, com:

sendo uma vista isométrica 3D,

sendo uma vista em plano,

sendo uma vista em elevação lateral,

sendo uma vista em elevação frontal (ponta do diafragma),
sendo uma vista em seção transversal (seção A-A da Figura A1b),
sendo uma vista em detalhes do mecanismo de dobradiça mostrado na Figura A

[00807] A figura A2 mostra o diafragma de um alto-falante da modalidade A ilustrado na Figura A1 com:

sendo uma vista isométrica 3D,
sendo uma vista em detalhes das escoras mostradas na Figura A2a,
sendo uma vista em elevação de topo (ponta do diafragma),
sendo uma vista frontal,
sendo uma vista em elevação de fundo (bobina),
sendo uma vista em elevação lateral,
sendo uma vista explodida isométrica 3D;

[00808] A figura A3 mostra o conjunto de dobradiça de um alto-falante da modalidade A ilustrado na Figura A1 com:

sendo uma vista isométrica 3D,
sendo uma vista de topo,
sendo uma vista frontal,
sendo uma vista em elevação lateral,
sendo uma vista inferior,
sendo uma vista em detalhes (detalhe A da Figura A3c),
sendo uma vista em seção transversal (seção A da Figura A3f),
sendo uma vista em seção transversal (seção B da Figura A3f),
sendo uma vista em seção transversal (seção C da Figura A3f),
sendo uma vista em detalhes da articulação de dobradiça da figura A3g;

[00809] A figura A4 mostra o componente de barra de torção do alto-falante da modalidade A ilustrado na Figura A1 com:

sendo uma vista isométrica 3D,
sendo uma vista frontal,

sendo uma vista em elevação lateral,
sendo uma vista de seção transversal e aumentada (seção A-A da Figura A4b),

[00810] A figura A5 mostra o alto-falante da modalidade A, ilustrado na Figura A1 com montagens de desacoplamento montadas neste com:

sendo uma vista isométrica 3D,
sendo uma vista em detalhes de uma pirâmide de desacoplamento mostrada na Figura A5a,

sendo uma vista em detalhes de uma arruela de desacoplamento e uma bucha de desacoplamento mostrada na Figura A5a,

sendo uma vista frontal,
sendo uma vista em elevação lateral,
sendo uma vista em detalhes de uma pirâmide de desacoplamento mostrada na Figura A5e,

sendo uma vista inferior,
sendo uma vista em detalhes de uma pirâmide de desacoplamento mostrada na Figura A5g,

[00811] A figura A6 mostra o alto-falante da modalidade A, ilustrado na Figura A1, montado em um defletor através das montagens de desacoplamento mostradas na Figura A5, e incluindo batentes para impedir sobre-excursão do diafragma com:

sendo uma vista isométrica 3D,
sendo uma vista frontal,
sendo uma vista em seção transversal (seção A-A da Figura A6b),
sendo uma vista em detalhes de um triângulo de desacoplamento mostrado na Figura A6c,

sendo uma vista de fundo,
sendo uma vista em elevação lateral,
sendo uma vista em seção transversal (seção B-B da Figura A6f),

sendo uma vista em detalhes de uma arruela e bucha de desacoplamento mostrada na Figura A6g,

sendo uma vista explodida isométrica 3D;

[00812] Figura A7 mostra um tarugo que prende-se ao defletor e possui as montagens de desacoplamento de arruela e bucha mostradas na Figura A6. O tarugo dispõe de um aro, que atua como um batente para evitar que o alto-falante move-se excessivamente dentro do defletor com:

sendo uma vista isométrica 3D,

sendo uma vista de topo,

sendo uma vista frontal,

sendo uma vista em elevação lateral,

sendo uma vista em seção transversal (seção A-A da Figura A7c),

sendo uma vista em seção transversal (seção B-B da Figura A7d),

[00813] A figura A8 mostra uma versão modificada do diafragma usado na modalidade A, que é idêntico ao diafragma mostrado na Figura A2, exceto que em vez de ter escoras de fibra de carbono, as faces principais do corpo do diafragma, são completamente cobertas com lâmina, com:

sendo uma vista isométrica 3D,

sendo uma vista em elevação frontal (ponta do diafragma);

[00814] A figura A9 mostra outro uma versão modificada do diafragma, usada na modalidade A, que é idêntica ao diafragma mostrado na Figura A8, exceto que a lâmina tem três áreas semi-elipsoides omitidas de perto da ponta, e também as áreas laterais omitidas, em ambos os lados do diafragma, com:

sendo uma vista isométrica 3D,

sendo uma vista em elevação frontal (ponta do diafragma);

[00815] Figura A10 mostra uma outra versão modificada do diafragma, usada na modalidade A, que é semelhante ao diafragma mostrado na Figura A8 exceto que não há nenhum membro de reforço

interno anti-cisalhamento no diafragma e, assim, o diafragma tem apenas uma única cunha de espuma. Ele também difere pois a pele anexada às faces frontais e traseiras a cunha de espuma é modificada para ter um grande semi-círculo omitido perto da ponta, com:

sendo uma vista isométrica 3D,

sendo uma vista em elevação frontal (ponta do diafragma);

[00816] A Figura A11 mostra uma outra versão modificada do diafragma usado na modalidade A, que é semelhante ao diafragma mostrado na Figura A10, exceto que a pele não tem áreas omitidas, em vez disso, a lâmina cobre as faces frontal e traseira inteiras da espuma, e também tem uma redução de desnível na espessura, conforme a pele estende-se para a ponta do diafragma, com:

sendo uma vista isométrica 3D,

sendo uma vista em detalhes da redução de desnível na espessura da superfície de pele de alumínio mostrada na Figura A11a,

sendo uma vista em elevação frontal (ponta do diafragma);

[00817] A Figura A12 mostra uma outra versão modificada do diafragma usado na modalidade A, que é semelhante ao diafragma mostrado na Figura A10, exceto que em vez de pele, tem escoras nas faces frontal e traseira da cunha, com uma redução de desnível na espessura, conforme a pele estende-se para a ponta do diafragma, com:

sendo uma vista isométrica 3D,

sendo uma vista detalhada da redução de desnível na espessura das escoras diagonais de fibra de carbono mostradas na Figura A11a,

sendo uma vista em detalhes da redução de desnível na espessura das escoras de fibra de carbono paralelas mostradas na Figura A11a,

sendo uma vista em elevação frontal (ponta do diafragma);

[00818] Figura A13 mostra uma simulação computadorizada de análise dos elementos finitos (FEA) de um transdutor que é semelhante ao da modalidade A. O transdutor é simulado flutuando no espaço livre com:

sendo uma vista frontal de um gráfico de vetor de deslocamento resultante do primeiro modo de ressonância (fundamentais (W_n) do diafragma, girando em relação à estrutura de base do transdutor),

sendo uma vista na direção A (indicada na Figura A13a) de um gráfico de vetor de deslocamento resultante do primeiro modo de ressonância,

sendo um vista em de detalhes da região de eixo do nó da Figura A13b,

sendo uma vista isométrica 3D de um gráfico de vetor de deslocamento resultante do primeiro modo de ressonância,

sendo uma vista isométrica 3D de um gráfico de deslocamento resultante do primeiro modo de ressonância,

sendo uma vista isométrica 3D de um gráfico de vetor de deslocamento resultante do segundo modo de ressonância,

sendo uma vista isométrica 3D de um gráfico de deslocamento resultante do segundo modo de ressonância,

sendo uma vista isométrica 3D de um gráfico de vetor de deslocamento resultante do terceiro modo de ressonância,

sendo uma vista isométrica 3D de um gráfico de deslocamento resultante do terceiro modo de ressonância,

sendo uma vista isométrica 3D de um gráfico de vetor de deslocamento resultante do quarto modo de ressonância,

sendo uma vista isométrica 3D de um gráfico de deslocamento resultante do quarto modo de ressonância,

sendo uma vista isométrica 3D de um gráfico de vetor de deslocamento resultante do quinto modo de ressonância,

sendo uma vista isométrica 3D de um gráfico de deslocamento resultante do quinto modo de ressonância,

[00819] Figura A14 mostra o transdutor da Figura A13, que é semelhante ao da modalidade A, montado em um sistema de

desacoplamento. O transdutor é simulado através de análise dos elementos finitos (FEA) dinâmica harmônica e linear, com superfícies do sistema de desacoplamento, que normalmente estão tocando o alojamento do transdutor, fixo no espaço e com forças seno e forças de reação aplicadas ao diafragma da estrutura de base do transdutor, respectivamente, ao longo de uma faixa de frequência, com:

sendo uma vista isométrica em 3D do transdutor e do sistema de desacoplamento.

sendo outra vista isométrica em 3D do transdutor e do sistema de desacoplamento (com algumas partes ocultas) desta vez mostrando o outro lado do alto-falante,

sendo uma vista isométrica 3D de um gráfico de vetor de deslocamento resultante FEA do primeiro modo de ressonância,

sendo uma vista isométrica 3D de um gráfico de deslocamento resultante FEA do primeiro modo de ressonância,

sendo uma vista isométrica 3D de um gráfico de vetor de deslocamento resultante FEA do segundo modo de ressonância,

sendo uma vista isométrica 3D de um gráfico de deslocamento FEA resultante do segundo modo de ressonância,

sendo uma vista isométrica 3D de um gráfico de vetor de deslocamento resultante FEA do terceiro modo de ressonância,

sendo uma vista isométrica 3D de um gráfico de deslocamento resultante FEA do terceiro modo de ressonância,

sendo uma vista isométrica 3D de um gráfico de vetor de deslocamento resultante FEA do quarto modo de ressonância,

sendo uma vista isométrica 3D de um gráfico de deslocamento resultante FEA do quarto modo de ressonância,

sendo uma vista isométrica 3D de um gráfico de vetor de deslocamento resultante FEA do quinto modo de ressonância,

sendo uma vista isométrica 3D de um gráfico de deslocamento resultante FEA do quinto modo de ressonância,

sendo uma vista isométrica 3D de um gráfico de vetor de deslocamento resultante FEA do sexto modo de ressonância,

sendo uma vista isométrica 3D de um gráfico de deslocamento resultante FEA do sexto modo de ressonância,

sendo uma vista isométrica 3D de um gráfico de vetor de deslocamento resultante FEA do sétimo modo de ressonância,

sendo uma vista isométrica 3D de um gráfico de deslocamento FEA resultante do sétimo modo de ressonância,

sendo uma vista isométrica 3D de um gráfico de vetor de deslocamento resultante FEA do oitavo modo de ressonância,

sendo uma vista isométrica 3D de um gráfico de deslocamento resultante FEA do oitavo modo de ressonância,

sendo um gráfico de registro de deslocamento vs registro de frequência de 6 posições de locais de sensor ao longo do lado do diafragma do e estrutura de base do transdutor da simulação FEA dinâmica linear. A frequência está na faixa de 50 hz a 30kHz;

[00820] A figura 15 mostra a estrutura do diafragma da modalidade A de conjunto de diafragma mostrada na Figura A2, com:

sendo uma vista isométrica em 3D da estrutura do diafragma, com a base de extremidade sendo mostrada.

sendo uma vista isométrica em 3D da estrutura de diafragma, com a extremidade de ponta sendo mostrada.

[00821] A figura B1 mostra a modalidade B, um acionador de dobradiça com um diafragma composto de baixa inércia rotacional, articulada em dobradiça pelo uso de elementos flexíveis de paredes finas configurados para permitir alta conformidade de rotação e baixa conformidade de translação.

sendo uma vista isométrica 3D,

sendo uma vista de topo,
 sendo uma vista em elevação lateral,
 sendo uma vista frontal,
 sendo uma vista em seção transversal (seção A-A da Figura B1b),
 sendo uma vista explodida isométrica 3D;

[00822] Figura B2 mostra as componentes de diafragma e elemento flexível conectados a blocos de base d elemento flexível do acionador na modalidade B, como ilustrado na Figura B1.

sendo uma vista de topo,
 sendo uma vista isométrica 3D,
 sendo uma vista em elevação lateral,
 sendo uma vista frontal,
 sendo uma vista em detalhes do elemento flexível mostrado na Figura B2c,

sendo outra vista frontal (a mesma vista que B2d) com planos de referência indicados,

sendo uma vista inferior, com planos de referência indicados;

[00823] Figura B3 mostra um componente de conexão que compreende a estrutura de base do diafragma, conectada a dois blocos base através de componentes de elemento flexível, conforme utilizado no acionador da modalidade B, ilustrado nas Figuras B1 e B2.

sendo uma vista em elevação lateral,
 sendo uma vista frontal,
 sendo uma vista inferior,
 sendo uma vista isométrica em 3D,

[00824] Figura B4 mostra o acionador da modalidade B, ilustrado na Figura B1 e ligado de forma rígida a um defletor, com:

sendo uma vista de topo,
 sendo uma vista isométrica 3D,
 sendo uma vista em elevação lateral,

sendo uma vista frontal,

sendo uma vista em seção transversal (seção A-A da Figura B4b),

sendo uma vista em seção transversal (seção B-B da Figura B4e),

[00825] A Figura C1 mostra uma versão simplificada de um acionador, mostrando um bloco que representa um diafragma conectado a um bloco base através de um conjunto de dobradiça flexível que abrange a largura do diafragma, com:

sendo uma vista de topo,

sendo uma vista isométrica 3D,

sendo uma vista em elevação lateral,

sendo uma vista frontal,

sendo uma vista em detalhes do conjunto de dobradiça mostrado na Figura C1c;

[00826] A Figura C2 mostra uma versão simplificada alternativa de um acionador, mostrando um bloco que representa um diafragma conectado a uma base de diafragma, que é conectada a um bloco base através de conjuntos de dobradiça flexíveis localizados a cada extremidade da largura do diafragma, com:

[00827] sendo uma vista isométrica 3D,

[00828] sendo uma vista de topo,

[00829] sendo uma vista em elevação lateral,

[00830] sendo uma vista frontal;

[00831] Figura C3 mostra uma elevação lateral do acionador simplificado da Figura C2, mas com um conjunto de dobradiça alternativo pelo qual elementos flexíveis estão, em um estado naturalmente dobrado, quando o diafragma está em sua posição de repouso;

[00832] A Figura C4 mostra uma elevação lateral do acionador simplificado da Figura C2, mas com um conjunto de dobradiça alternativo pelo qual 3 elementos flexíveis (em cada lado) são usados, em vez de 2;

[00833] A figura C5 mostra uma versão simplificada de um alto-falante, mostrando uma cunha representando um diafragma conectado a uma estrutura base de diafragma e alguns enrolamentos de bobinas, e a partir da estrutura base do diafragma a um bloco base através de dois conjuntos de dobradura X-elemento flexível, com:

- sendo uma vista isométrica 3D,
- sendo uma vista de topo,
- sendo uma vista traseira,
- sendo uma vista em elevação lateral,
- sendo uma vista transversal A-A da vista traseira da Figura C5c;

[00834] A Figura C6 é a mesma versão simplificada de um acionador que da Figura C5, exceto sem o bloco base, com:

- sendo uma vista isométrica 3D,
- sendo uma vista traseira,
- sendo uma vista em elevação lateral,
- sendo uma vista inferior;

[00835] A figura C7 mostra uma versão simplificada de um acionador semelhante ao mostrado na Figura C5, mas usando um conjunto de dobradiça alternativo, com:

- sendo uma vista de topo,
- sendo uma vista isométrica 3D,
- sendo uma vista em elevação lateral,
- sendo uma vista frontal (ponta do diafragma),
- sendo uma vista transversal A-A da vista traseira da Figura C7d;

[00836] A figura C8 mostra uma versão simplificada de um acionador semelhante ao mostrado na Figura C6 (sem mostrar os blocos base), mas usando um conjunto de dobradiça alternativo, com:

- sendo uma vista isométrica 3D,
- sendo uma vista de topo,
- sendo uma vista traseira,

sendo uma vista em elevação lateral;

[00837] Figura C9 mostra um X-elemento flexível, como usado na versão simplificada semelhantes a um acionador mostrado na Figura C8, com:

sendo uma vista isométrica 3D,

sendo uma vista em elevação lateral;

[00838] A Figura C10 mostra uma versão simplificada alternativa de um acionador, mostrando um bloco que representa um diafragma conectado a uma base de diafragma, que é conectada a dois blocos base através de conjuntos de dobradiça flexíveis estendendo-se de cada extremidade da largura do diafragma, com:

sendo uma vista de topo,

sendo uma vista isométrica 3D,

sendo uma vista em elevação lateral,

sendo uma vista frontal,

[00839] sendo uma vista em seção transversal A-A da Figura C10d, apenas com a face cortada pela linha de seção mostrada;

[00840] A Figura C11, a-f mostra 6 vistas em corte transversal (de uma vista semelhante à da Figura C10e, e de novo, só a face cortada pela linha de seção é mostrada) de vários designs alternativos de articulações de dobradiça flexíveis;

[00841] Figura C12 mostra uma versão simplificada de um acionador mostrado na Figura C10, mas com a versão modificada do componente flexível através do qual a espessura da seção transversal é fina em áreas destinadas a serem flexíveis, e fica mais grossa nas áreas onde se conecta com o diafragma e os dois blocos base;

[00842] A figura C13 mostra a versão simplificada de um acionador mostrado na Figura C10, mas com a versão modificada do componente flexível através do qual a espessura de largura da seção transversal é

moderadamente estreita, em áreas destinadas a serem flexíveis, e torna-se maior em áreas em que se conecta com o diafragma e os dois blocos base;

[00843] A figura D1 mostra a modalidade D, um acionador de alto-falante com dobradiça com três diafragmas compostos de baixa inércia rotacional, articulada em dobradiça pelo uso de elementos flexíveis de paredes finas configurados para permitir alta conformidade de rotação e baixa conformidade de translação, com

sendo uma vista isométrica 3D,

sendo uma vista de topo,

sendo uma vista em elevação lateral,

ser uma vista em elevação de extremidade,

sendo uma vista em seção transversal (seção A-A da Figura D1d),

[00844] A figura D2 mostra o acionador na modalidade D, como ilustrado na Figura D1, montado em um envoltório e configurado para direcionar o ar deslocado pelos três diafragmas para um conjunto de portas e saindo por outro conjunto conforme os diafragmas rotacionam em uma direção, e vice-versa, com:

[00845] sendo uma vista isométrica em 3D, em ângulo para mostrar um conjunto de portas em um lado do envoltório,

[00846] sendo uma isométrica vista isométrica 3D, com ângulo para mostrar um segundo conjunto de portas no outro lado do envoltório,

sendo uma vista em elevação lateral,

ser uma vista em elevação de extremidade,

sendo uma vista em seção transversal (seção A-A da Figura D2d),

[00847] A figura E1 mostra a modalidade E, um acionador de alto-falante com dobradiça com um diafragma composto de baixa inércia rotacional, articulada com dobradiça usando superfícies de contato que giram um contra o outro, uma força tensionadora aplicada usando molas planas, com:

sendo uma vista isométrica 3D,

sendo uma vista de topo,
 sendo uma vista em elevação lateral,
 sendo uma vista frontal,
 sendo uma vista em detalhes da Figura E1c,
 sendo uma vista em seção transversal (seção A-A da Figura E1d),
 sendo uma vista em detalhes do ponto de contato na Figura E1f.
 sendo uma vista em detalhes do enrolamento da bobina na Figura E1f,
 sendo uma vista em seção transversal (seção B-B da Figura E1c),
 sendo uma vista em detalhes da Figura E1h,
 sendo uma vista da figura de vista em detalhes E1j
 sendo uma vista explodida isométrica 3D;
 sendo uma vista em detalhes E1l;

[00848] Figura E2 mostra o acionador da modalidade E, ilustrado na Figura E1 e ligado de forma rígida a um defletor, com:

sendo uma vista isométrica 3D,
 sendo uma vista de topo,
 sendo uma vista em elevação lateral,
 sendo uma vista frontal,
 sendo uma vista em seção transversal (seção A-A da Figura E2b),
 sendo uma vista em detalhes da Figura E2e,
 sendo uma vista em seção transversal (seção B-B da Figura E2e),
 sendo uma vista explodida isométrica 3D;

[00849] A Figura E3 mostra uma vista isométrica em 3D da estrutura de base do diafragma E107 do acionador da modalidade E ilustrado na Figura E1;

[00850] A figura E4 mostra o conjunto de diafragma E101 de um alto-falante da modalidade E ilustrado na Figura E1 com:

sendo uma vista isométrica 3D,
 sendo uma vista de topo,

sendo uma vista em elevação lateral;

[00851] A figura F mostra um gráfico de uma resposta de frequência de campo difuso alvo;

[00852] A Figura G1 mostra a modalidade G, um alto-falante de ação linear com diafragma de núcleo de espuma suportado por um sistema convencional de suspensão de diafragma de aranha e envoltório. O diafragma tem reforço de tensão / compressão nas superfícies externas principais e membros de reforço internos dentro do núcleo, com:

sendo uma vista isométrica 3D,

sendo uma vista em elevação lateral,

sendo uma vista em seção transversal A-A da Figura G1b, apenas com a face cortada pela linha de seção mostrada;

[00853] A figura G2 mostra o diafragma de um alto-falante na modalidade G ilustrada na Figura G1 com:

sendo uma vista isométrica 3D,

sendo uma vista em elevação lateral,

sendo uma vista inferior,

sendo uma vista explodida isométrica 3D;

[00854] A Figura G3 mostra uma versão modificada do diafragma do acionador na modalidade G, ilustrado na Figura G1 pelo qual o reforço de tensão/compressão do diafragma nas grandes superfícies externas tem áreas distais ao motor que está sendo omitido, com:

sendo uma vista isométrica em 3D, com ângulo para mostrar o lado de bobina do diafragma,

sendo uma vista isométrica em 3D, com ângulo para mostrar o lado superior do diafragma;

[00855] A figura G4 mostra uma versão modificada do diafragma de um alto-falante na modalidade G ilustrada na Figura G1. A modificação é semelhante à modificação mostrada na Figura G3, exceto que uma maior quantidade de material é omitida do reforço de tensão/compressão no

diafragma nas grandes superfícies externas em áreas distais ao motor, com:

- sendo uma vista isométrica em 3D, com ângulo para mostrar o lado de bobina do diafragma,

- sendo uma vista isométrica em 3D, com ângulo para mostrar o lado superior do diafragma;

[00856] A Figura G5 mostra uma versão modificada do diafragma do acionador na modalidade G, ilustrado na Figura G1 incluindo uma modificação idêntica à mostrada na Figura G4, exceto que, além disso, a espessura do reforço de tensão/compressão do diafragma reduz em áreas distais ao motor, com:

- sendo uma vista isométrica em 3D, com ângulo para mostrar o lado de bobina do diafragma,

- sendo uma vista isométrica em 3D, com ângulo para mostrar o lado superior do diafragma,

- sendo uma vista em detalhes E5b;

[00857] A Figura G6 mostra uma versão modificada do diafragma do acionador na modalidade G, ilustrado na Figura G1 com um diafragma idêntico, exceto que a espessura do corpo da membrana reduz conforme se estende para longe da bobina, com:

- sendo uma vista isométrica em 3D, com ângulo para mostrar o lado superior do diafragma,

- sendo uma vista isométrica em 3D, com ângulo para mostrar o lado de bobina do diafragma,

- ser uma vista em elevação de extremidade,

- sendo uma vista em elevação lateral,

- sendo uma vista inferior,

- sendo uma vista explodida isométrica 3D;

[00858] A Figura G7 mostra uma versão modificada do diafragma do acionador na modalidade G, ilustrado na Figura G1 em que a

modificação é idêntica ao mostrado na figura G6, exceto que o reforço de tensão/compressão do diafragma nas grandes superfícies externas tem algumas áreas distais ao motor que está sendo omitido, com:

- sendo uma vista isométrica em 3D, com ângulo para mostrar o lado superior do diafragma,

- sendo uma vista isométrica em 3D, com ângulo para mostrar o lado de bobina do diafragma,

[00859] A Figura G8 mostra uma versão modificada do diafragma do acionador na modalidade G, ilustrado na Figura G1 em que a modificação é idêntica ao mostrado na figura G7, exceto que o reforço de tensão/compressão do diafragma nas grandes superfícies externas compreende escoras de fibra de carbono finas, que ficam menos espessas em áreas distais ao motor, com:

- sendo uma vista isométrica em 3D, com ângulo para mostrar o lado superior do diafragma,

- sendo uma vista em detalhes da Figura G8a, mostrando uma redução na espessura da escora,

- sendo uma vista isométrica em 3D, com ângulo para mostrar o lado de bobina do diafragma,

- sendo uma vista em detalhes da Figura G8c, mostrando uma redução na espessura da escora,

[00860] A figura G9 mostra uma implementação de periferia parcialmente livre de um transdutor de ação linear semelhante ao mostrado nas figuras G1a-c, com o conjunto de diafragma das figuras G6a-f, com:

- uma vista isométrica em 3D, com ângulo para mostrar o lado superior do diafragma,

- sendo uma vista frontal,

- sendo uma vista de topo,

- sendo uma vista em detalhes do membro de suspensão da Figura G9c,

sendo uma vista em seção transversal A-A da Figura G9b, apenas com a face cortada pela linha de seção mostrada;

sendo uma vista em detalhes do membro de suspensão da Figura G9f,

sendo uma vista explodida;

[00861] Figura H1a mostra uma vista isométrica 3D do membro de reforço interno que é utilizado incorporado dentro do corpo do diafragma da modalidade A;

[00862] Figura H1b mostra uma vista de elevação lateral do componente na Figura H1a;

[00863] Figura H1c mostra uma vista isométrica 3D do membro de reforço interno similar a A209 que é utilizado incorporado dentro do corpo do diafragma da modalidade A, exceto que compreende uma rede de escoras;

[00864] Figura H1d mostra uma vista de elevação lateral do componente na Figura H1c;

[00865] Figura H1e mostra uma vista isométrica 3D do membro de reforço interno similar a A209 que é utilizado incorporado dentro do corpo do diafragma da modalidade A, exceto que compreende um painel corrugado;

[00866] Figura H1f mostra uma vista de elevação lateral do componente na Figura H1e;

[00867] Figura H2a mostra um gráfico cumulativo de decaimento espectral do acionador da modalidade A;

[00868] A figura H3a mostra uma vista em 3D de cabeça humana usando um headphone circumaural compreendendo quatro acionadores, dois em cada orelha. Dois mostrados na orelha direita, uma unidade de agudos, que é idêntica ao acionador da modalidade A e uma unidade grave, que é semelhante ao acionador da modalidade A, mas é maior e adequado para a reprodução de graves baixos;

[00869] A figura H3b mostra a mesma imagem que em H3a, exceto que todas as partes do headphone foram ocultadas, exceto os dois acionadores de alto-falante;

[00870] A figura H4a mostra uma vista em 3D de uma cabeça humana vestindo um fone de ouvido auricular de acionador de faixa completa no ouvido direito. O acionador de alto-falante utilizado é semelhante ao mostrado na Figura E;

[00871] A figura H4b mostra a mesma imagem que em H4a, exceto que é um close-up do ouvido com o acionador de alto-falante dentro de si;

[00872] Figura H6a mostra um gráfico cumulativo de decaimento espectral do acionador de grave mostrado na figura H3a;

[00873] As figuras H7a, H7b, H7c e H7d mostram vistas esquemáticas laterais de quatro variações de uma articulação de dobradiça básica que poderia ser usada em um conjunto de dobradiça de contato;

[00874] A figura H8a mostra uma ilustração de vista lateral do conceito de um diafragma rotativo simples ligado a uma estrutura de base do transdutor;

[00875] A figura H8b mostra uma ilustração de vista lateral do conceito de um diafragma rotativo simples ligado a uma estrutura de base do transdutor e incluindo um mecanismo de ligação de quatro barras;

[00876] A figura H8c mostra uma ilustração de vista lateral do conceito de um simples mecanismo de suspensão de diafragma incluindo um mecanismo de ligação de quatro barras;

[00877] A figura J1 mostra um acionador de alto-falante em cone do estado da técnica que é semi-desacoplado a um defletor, com:

sendo uma vista frontal,

sendo uma vista em seção transversal (seção A-A da Figura J1d),

[00878] A figura K1 mostra a modalidade K, um acionador de alto-falante com dobradiça com um diafragma composto de baixa inércia rotacional, articulada com dobradiça usando superfícies de contato que

giram uma contra a outra e uma força tensionadora usando uma mola plana, com:

- sendo uma vista isométrica 3D,
- sendo uma vista em plano,
- sendo uma vista em elevação lateral,
- sendo uma vista em elevação frontal (ponta do diafragma),
- sendo uma vista inferior,
- vista em detalhes de um membro lateral mostrado na Figura K1e,
- sendo uma vista em seção transversal (seção A-A da Figura K1b),
- sendo uma vista em detalhes da lacuna de fluxo magnético mostrada na Figura K1g,
- sendo uma vista em detalhes do mecanismo de dobradiça mostrado na Figura K1g,
- sendo uma vista em seção transversal (seção B-B da Figura K1j),
- sendo uma vista em detalhes do membro lateral mostrado na Figura K1j,
- sendo uma vista em seção transversal (seção C-C da Figura K1b),
- sendo uma vista em detalhes da mola tensionadora mostrada na Figura K1l,
- sendo uma vista explodida isométrica 3D;
- sendo uma vista em detalhes da armação de base do diafragma mostrada na Figura K1n;

[00879] A figura K2a mostra uma vista isométrica 3D de um sistema de áudio compreendendo um smartphone conectado a um par de headphones circunaurais fechados, que usam o acionador de alto-falante acionado por dobradiça da modalidade K em cada casco para ouvido.

[00880] Figura K3a mostra o casco do lado do ouvido direito do par de headphones mostrados na figura K2a, incorporando o acionador de alto-falante acionado por dobradiça da modalidade K, com:

sendo uma vista isométrica em 3D, mostrando lado acolchoado do casco,

sendo uma vista isométrica em 3D, mostrando o lado das costas, que fica voltado para fora, do casco,

sendo uma vista em elevação do lado das costas do casco,

sendo uma vista em seção transversal (seção D-D da Figura K3c),

sendo uma vista em seção transversal (seção E-E da Figura K3d),

sendo uma vista em detalhes de uma montagem de desacoplamento mostrada na Figura K3e,

sendo uma vista em seção transversal (seção F-F da Figura K3d),

sendo uma vista explodida isométrica 3D;

[00881] A figura K4a mostra uma vista esquemática / em seção transversal, incluindo o mostrado no casco da figura K3c, mas também mostrando este in situ, estando contra um ouvido e cabeça humana pela faixa de cabeça do headphone na figura K2a;

[00882] A figura K5 mostra o componente de transmissão de força do acionador da modalidade K mostrado nas figuras K1, com:

sendo uma vista isométrica 3D,

sendo uma vista em elevação lateral,

sendo uma vista em elevação traseira,

sendo uma vista de topo,

[00883] A figura P1 mostra a modalidade P, um headphone de ação linear com uma cúpula e conjunto de diafragma de bobina dupla que é suspenso por um fluido ferromagnético para o conjunto magnético:

sendo uma vista isométrica em 3D mostrando o lado de plugue de ouvido,

sendo uma vista isométrica em 3D mostrando o lado do corpo externo,

sendo uma vista em plano,

sendo uma vista em elevação lateral,

ser uma vista em elevação de extremidade,
sendo uma vista inferior,
sendo uma vista em seção transversal (seção A-A da Figura P1c),
sendo uma vista em detalhes do conjunto de diafragma e ímã P1g,
sendo uma vista em detalhes da vista mostrada na Figura P1h,
sendo uma vista em detalhes da vista mostrada na Figura P1i,
sendo uma vista explodida isométrica 3D;

[00884] A figura P2 mostra o acionador do conjunto de diafragma da modalidade P mostrado na figura P1:

sendo uma vista em plano,
sendo uma vista em elevação lateral,
sendo uma vista isométrica 3D,
sendo uma vista explodida isométrica 3D;

[00885] A figura 3 mostra um esquema, incluindo uma vista frontal do fone de ouvido da modalidade P mostrado na figura P1 e também mostrado in situ, dentro de um esquema de corte transversal de um ouvido humano;

[00886] A figura S1 mostra a modalidade S, um transdutor de alto-falante acionado por dobradiça com um diafragma composto de baixa inércia rotacional, articulado por dobradiça usando um par de cursos de rolamento de esfera modificados, que têm as esferas tencionadas com as superfícies de contato na qual elas rolam, com:

sendo uma vista isométrica 3D,
sendo uma vista em elevação frontal (ponta do diafragma),
sendo uma vista em plano,
sendo uma vista em seção transversal (seção A-A da Figura S1c),
sendo uma vista em seção transversal (seção C-C da Figura S1c),
sendo uma vista em detalhes do conjunto de dobradiça mostrado na Figura S1e;

sendo uma vista em seção transversal (seção B-B da Figura S1c),

sendo uma vista em detalhes do conjunto de dobradiça mostrado na Figura S1g;

[00887] A figura S2 mostra o conjunto de diafragma da modalidade S, transdutor de alto-falante acionado por dobradiça mostrado na figura S1, com:

- sendo uma vista isométrica 3D,
- sendo uma vista em elevação frontal (ponta do diafragma),
- sendo uma vista em plano,
- sendo uma vista em elevação lateral,
- sendo uma vista explodida isométrica 3D;

[00888] A figura S3 mostra a estrutura de base do transdutor da modalidade S, transdutor de alto-falante acionado por dobradiça mostrado na figura S1, com:

- sendo uma vista isométrica 3D,
- sendo uma vista em elevação frontal,
- sendo uma vista em plano,
- sendo uma vista em elevação lateral,
- sendo uma vista explodida isométrica 3D;

[00889] A figura T1 mostra a modalidade T, um transdutor de alto-falante acionado por dobradiça com um diafragma composto de baixa inércia rotacional, articulado por dobradiça usando um par de cursos de rolamento de esfera modificados, que têm as esferas tencionadas com as superfícies de contato na qual elas rolam, com:

- sendo uma vista isométrica 3D,
- sendo uma vista em elevação frontal (ponta do diafragma),
- sendo uma vista em plano,
- sendo uma vista em seção transversal (seção A-A da Figura T1c),
- sendo uma vista em seção transversal (seção C-C da Figura T1c),
- sendo uma vista em seção transversal parcial (seção B-B da Figura

T1c),

sendo uma vista em detalhes do conjunto de dobradiça mostrado na Figura T1g;

sendo uma vista em detalhes de uma mola tensionadora mostrada na Figura T1g,

[00890] A figura T2 mostra o conjunto de diafragma da modalidade T, transdutor de alto-falante acionado por dobradiça mostrado na figura T1, com:

sendo uma vista isométrica 3D,

sendo uma vista em elevação frontal (ponta do diafragma),

sendo uma vista em plano,

sendo uma vista em elevação lateral,

sendo uma vista explodida isométrica 3D;

[00891] A figura T3 mostra a estrutura de base do transdutor da modalidade T, transdutor de alto-falante acionado por dobradiça mostrado na figura T1, com:

sendo uma vista isométrica 3D,

sendo uma vista em elevação frontal,

sendo uma vista em plano,

sendo uma vista em elevação lateral,

sendo uma vista explodida isométrica 3D;

[00892] A figura T4 mostra um dentre o par de cursos de rolamento de esfera do sistema de dobradiças, usado no transdutor da modalidade T mostrado na figura T1, com:

sendo uma vista isométrica 3D,

sendo uma vista explodida isométrica 3D;

[00893] A figura U1 mostra a modalidade U, um transdutor de ação linear com um diafragma composto, que é desacoplado a um defletor, com:

sendo uma vista isométrica 3D,

sendo outra vista isométrica em 3D,

sendo uma vista em plano,

sendo uma vista em elevação lateral,
sendo uma vista em seção transversal (seção A-A da Figura U1c),
sendo uma vista explodida isométrica 3D;

[00894] Figura U2 mostra a modalidade U o transdutor de ação linear da modalidade U mostrado na figura U1, com:

sendo uma vista isométrica 3D,
sendo uma vista em plano,
sendo uma vista em elevação lateral,
sendo uma vista em seção transversal (seção A-A da Figura U2c),
sendo uma vista em detalhes de parte do conjunto magnético

mostrado na Figura U2d;

sendo uma vista explodida isométrica 3D;

sendo uma vista isométrica em 3D que mostra representação de análise modal FEM, um gráfico de vetor de deslocamento resultante do modo de ressonância fundamental do diafragma,

sendo uma vista de topo, mostrando uma representação de análise modal FEM, um gráfico de vetor de deslocamento resultante do modo de ressonância fundamental do diafragma,

sendo uma vista em elevação lateral que mostra representação de análise modal FEM, um gráfico de vetor de deslocamento resultante do modo de ressonância fundamental do diafragma,

sendo um modo de exibição em detalhes da região de eixo de nó da análise modal FEM mostrada na Figura U2i,

sendo uma vista isométrica em 3D que mostra representação de análise modal FEM, um gráfico de deslocamento resultante do modo de ressonância fundamental do diafragma,

sendo uma vista de topo, mostrando uma representação de análise modal FEM, um gráfico de deslocamento resultante do modo de ressonância fundamental do diafragma,

sendo uma vista em elevação lateral que mostra representação de análise modal FEM, um gráfico de deslocamento resultante do modo de ressonância fundamental do diafragma,

[00895] Figura U3 mostra o conjunto de transdutor do transdutor da modalidade U e as montagens de desacoplamento mostradas na figura U1, com:

sendo uma vista isométrica 3D,

sendo uma vista isométrica 3D,

sendo uma vista isométrica em 3D mostrando uma representação de análise modal FEM, um gráfico de deslocamento resultante de um modo de ressonância que envolve o movimento da estrutura da base do acionador nas montagens de desacoplamento,

sendo uma vista isométrica em 3D alternativa que mostra uma representação de análise modal FEM, um gráfico de deslocamento resultante de um modo de ressonância que envolve o movimento da estrutura da base do acionador nas montagens de desacoplamento,

[00896] A figura U4 mostra o conjunto de diafragma do transdutor da modalidade U mostrado na figura U2, com:

sendo uma vista isométrica 3D,

sendo uma vista em elevação frontal,

sendo uma vista em plano,

sendo uma vista explodida isométrica 3D;

[00897] A figura V1 mostra um conjunto de rolamento do estado da técnica incorporando carregamento prévio, com:

sendo uma vista em elevação lateral,

sendo uma vista em elevação frontal,

sendo uma vista isométrica 3D,

sendo uma vista em seção transversal (seção A-A da Figura V1a),

sendo uma vista em detalhes da lacuna de fluxo magnético mostrada na Figura K1g,

[00898] A figura V2 mostra um curso de rolamento do conjunto de rolamento mostrado na figura V1, com:

- sendo uma vista isométrica 3D,
- sendo uma vista em elevação frontal,
- sendo uma vista em seção transversal (seção E-E da Figura V2b),
- sendo uma vista explodida isométrica 3D;

[00899] A figura W1 mostra a modalidade W, um par de headphones circumaurais abertos, cada lado incorporando o acionador de alto-falante acionado por dobradiça da modalidade K mostrado na figura K1, com:

- sendo uma vista isométrica 3D,
- sendo uma vista em plano,
- sendo uma vista em elevação lateral;

[00900] Figura W2 mostra o casco do lado do ouvido direito do par de headphones mostrados na figura W1, incorporando o acionador de alto-falante acionado por dobradiça da modalidade W, com:

- sendo uma vista isométrica em 3D, mostrando o lado das costas, que fica voltado para fora, do casco,

- sendo uma vista isométrica em 3D, mostrando lado acolchoado do casco,

- sendo uma vista em elevação do lado das costas do casco,
- sendo uma vista em seção transversal (seção A-A da Figura W2c),
- sendo uma vista em seção transversal (seção B-B da Figura W2d),
- sendo uma vista em detalhes de uma montagem de desacoplamento mostrada na Figura W2e,

- sendo uma vista em seção transversal (seção D-D da Figura W2d),
- sendo uma vista explodida isométrica 3D;

[00901] A figura W3a mostra uma vista esquemática / em seção transversal, incluindo a seção mostrada no casco da figura W2d, mas

também mostrando este in situ, estando contra um ouvido e cabeça humana pela faixa de cabeça do headphone na figura W1a;

[00902] A Figura X1 mostra a modalidade X, um fone de ouvido, incorporando o transdutor acionado por dobradiça da modalidade K mostrado na figura K1:

sendo uma vista isométrica 3D,
sendo uma vista em plano,
ser uma vista em elevação de extremidade,
sendo uma vista em seção transversal (seção A-A da Figura X1c),
sendo uma vista explodida isométrica 3D;

[00903] A figura X2 mostra um esquema, incluindo uma vista em seção transversal do fone de ouvido da modalidade P mostrado na figura X1d e também mostrado in situ, dentro de um esquema de corte transversal de um ouvido humano;

[00904] A figura Y1 mostra a modalidade Y, um headphone supra-aural incorporando um par de alto-falantes de ação linear desacoplados, cujo conjuntos de ímã e conjunto de diafragma também são usados na modalidade P da figura P1, com:

sendo uma vista isométrica 3D,
sendo uma vista frontal,
sendo uma vista em elevação lateral;

[00905] Figura Y2 mostra o casco do lado do ouvido direito do par de headphones mostrados na figura Y1a, incorporando o acionador de alto-falante acionado por dobradiça da modalidade P, com:

sendo uma vista isométrica em 3D, mostrando lado acolchoado do casco,

sendo uma vista isométrica em 3D, mostrando o lado das costas, que fica voltado para fora, do casco,

sendo uma vista em elevação do lado das costas do casco,
sendo uma vista em elevação do lado das costas do casco,

sendo uma vista em seção transversal (seção A-A da Figura Y2c),
 sendo uma vista em seção transversal (seção B-B da Figura Y2e),
 sendo uma vista em detalhes do transdutor mostrado na Figura Y2e,
 sendo uma vista em detalhes da lacuna de fluxo magnético do transdutor, mostrada na Figura Y2g,

sendo uma vista explodida isométrica 3D;

[00906] A figura Y3 mostra uma vista isométrica em 3D explodida do conjunto de transdutor do casco da modalidade Y da figura V2;

[00907] A figura Y4 mostra um esquema, incluindo uma vista em seção transversal do casco supra-aural da modalidade P mostrado na figura Y2e e também mostrado in situ, sobre um esquema de corte transversal de um ouvido humano;

[00908] A Figura Z1 mostra a modalidade Z, um alto-falante de computador no chão, incorporando dois acionadores, um transdutor acionado por dobradiça agudo e um transdutor acionado por dobradiça médio-grave, ambos semelhantes ao transdutor da modalidade K mostrado na figura K1, e desacoplados de um invólucro de forma semelhante ao sistema de desacoplamento mostrado na figura K3, com:

sendo uma vista frontal,

sendo uma vista em elevação lateral,

sendo uma vista isométrica 3D,

sendo um modo de exibição em detalhes da Figura Z1c,

DESCRIÇÃO DETALHADA DAS MODALIDADES PREFERENCIAIS

[00909] Várias modalidades ou configurações de transdutores de áudio, ou estruturas, mecanismos, dispositivos, conjuntos ou sistemas relacionados serão descritos em detalhe agora. Estas modalidades serão descritas com referência às figuras. Neste relatório descritivo, a referência a um determinado número da figura, tal como a Figura A1 por exemplo, destina-se a incluir todos os valores prefixados com este número, por exemplo, Figuras A1a-A1f. Modalidades de transdutor de áudio mostradas

nos desenhos são referidas como modalidades A, B, D, E, G, G9, H3, H4, K, P, S, T, U, W, X, Y e Z por uma questão de clareza.

[00910] Modalidades ou configurações de transdutores de áudio, ou mecanismos, estruturas, dispositivos, conjuntos ou sistemas relacionados da invenção serão descritos em alguns casos, com referência a um transdutor eletroacústico, tal como um alto-falante. Salvo indicação em contrário, os transdutores de áudio ou mecanismos, estruturas, dispositivos, conjuntos ou sistemas relacionados que podem ser implementados como ou em um transdutor eletroacústico, tal como um microfone. Como tal, o termo transdutor de áudio utilizado no presente relatório descritivo, e salvo indicação em contrário, destina-se a incluir ambas as implementações de alto-falante e microfone.

[00911] As modalidades ou configurações de transdutores de áudio, ou mecanismos, estruturas, dispositivos, conjuntos ou sistemas relacionados descritos neste documento são projetados para atender a um ou mais tipos de ressonâncias indesejadas associadas com sistemas de transdutor de áudio.

[00912] Em cada uma das modalidades de transdutor de áudio descritas neste documento, o transdutor de áudio compreende um diafragma que é acoplado de forma móvel a uma base, tal como uma estrutura de base de transdutor e/ou parte de um alojamento, suporte ou defletor. A base tem uma massa relativamente maior do que o conjunto de diafragma. Um mecanismo de transdução associado ao conjunto de diafragma move o conjunto de diafragma em resposta à energia elétrica, no caso de um transdutor eletroacústico. Será apreciado que um mecanismo de transdução alternativo pode ser implementado, que converte de outra forma movimento do conjunto de diafragma em energia elétrica. Neste relatório descritivo, um mecanismo de transdução também pode ser referido como um mecanismo de excitação.

[00913] Nas modalidades da presente invenção, um mecanismo de transdução eletromagnético é utilizado. Um mecanismo de transdução eletromagnético normalmente compreende uma estrutura magnética configurada para gerar um campo magnético, e pelo menos uma bobina elétrica configurada para estar localizada dentro do campo magnético e se mover em resposta a sinais elétricos recebidos. Como o mecanismo de transdução eletromagnético não requer acoplamento entre a estrutura magnética e bobina elétrica, geralmente uma parte do mecanismo será acoplada à estrutura de base do transdutor, e a outra parte do mecanismo será acoplada ao mecanismo de transdução. Nas configurações preferenciais descritas neste documento, a estrutura magnética mais pesada faz parte da estrutura de base do transdutor e a bobina ou bobinas relativamente mais pesadas fazem parte do conjunto de diafragma. Será apreciado que mecanismos de transdução alternativos incluindo, por exemplo, mecanismo piezoelétrico, eletrostático ou qualquer outro mecanismo adequado conhecido na técnica, podem também ser incorporados em cada uma das modalidades descritas, sem se afastar do escopo da invenção.

[00914] O conjunto de diafragma é acoplado de forma móvel em relação à base através de um sistema de montagem de suspensão de diafragma. Dois tipos de transdutores de áudio são descritos neste relatório descritivo: transdutor de áudio de ação rotacional em que o conjunto de diafragma oscila de forma rotacional em relação à base; e transdutor de áudio de ação linear, em que o conjunto de diafragma oscila/retribui de forma linear em relação à base. Exemplos de transdutor de áudio de ação rotacional são mostrados nos transdutores de áudio das modalidades A, B, D, E, K, S, T, W e X. Nos transdutores de áudio de ação rotacional, o sistema de montagem de suspensão compreende um sistema de dobradiça configurado para acoplar de forma rotacional o conjunto de diafragma à

base. Exemplos de transdutores de áudio de ação linear são mostrados nos transdutores de áudio das modalidades G G9, P, U e Y.

[00915] O transdutor de áudio pode ser acomodado com um alojamento ou envoltório para formar um conjunto de transdutor de áudio, que também pode formar um dispositivo de áudio ou parte de um dispositivo de áudio, tal como parte de um dispositivo de fone de ouvido ou headphone que pode incluir vários conjuntos de transdutor de áudio, por exemplo. Em algumas modalidades, a estrutura de base do transdutor pode fazer parte do alojamento ou envoltório de um conjunto de transdutor de áudio. O transdutor de áudio, ou pelo menos o conjunto de diafragma, é montado no alojamento ou invólucro através de um sistema de montagem. Um tipo de sistema de montagem que é configurado para desacoplar o transdutor de áudio do alojamento ou invólucro para, pelo menos, atenuar a transmissão de vibrações mecânicas do transdutor de áudio para o alojamento (e vice-versa), devido a ressonâncias indesejadas durante a operação, por exemplo, pode ser descrito com referência a algumas das modalidades, e doravante referido como um sistema de montagem de desacoplamento.

[00916] A descrição a seguir foi dividida em várias seções, para descrever várias estruturas, mecanismos, dispositivos, conjuntos ou sistemas relacionados a transdutores de áudio, e também para descrever as várias modalidades do transdutor de áudio incorporando essas estruturas, mecanismos, dispositivos, conjuntos ou sistemas. Em particular, a descrição inclui as seguintes seções principais:

Visão geral das modalidades de transdutor de áudio;

[00917] Estruturas de diafragma rígidas e montagens de transdutores de áudio incorporando as mesmas;

[00918] Sistema de suspensão de diafragma e transdutores de áudio de ação rotacional incorporando os mesmos;

[00919] Sistemas de montagem de desacoplamento e transdutores de áudio incorporando os mesmos;

[00920] Dispositivos de áudio pessoais incorporando transdutores de áudio da presente invenção; e

Design de Estrutura de base do transdutor preferencial

[00921] Apesar de várias estruturas, montagens, mecanismos, dispositivos ou sistemas descritos nestas seções serem descritos em associação com algumas das modalidades de transdutor de áudio da presente invenção, deve-se apreciar que estas estruturas, montagens, mecanismos, dispositivos ou sistemas podem, em alternativa, ser incorporadas em qualquer outra montagem de transdutor de áudio adequada, sem se afastar do escopo da invenção. Além disso, as modalidades de transdutor de áudio da invenção incorporam determinadas combinações de uma ou mais dentre várias estruturas, montagens, mecanismos, dispositivos ou sistemas, como será descrito. Mas, será apreciado que uma pessoa versada na técnica poderá, alternativamente, construir um transdutor de áudio com qualquer outra combinação de uma ou mais das várias estruturas, montagens, mecanismos, dispositivos ou sistemas descritos nestas modalidades, sem se afastar do escopo da invenção.

[00922] A seguinte descrição também inclui uma seção para descrever as várias aplicações adequadas de transdutor de áudio em que as modalidades de transdutores de áudio da invenção podem ser incorporadas, ou em que um transdutor de áudio, incluindo qualquer combinação de várias estruturas, montagens, mecanismos, dispositivos ou sistemas relacionados com transdutores de áudio podem ser incorporadas. Modalidades de dispositivo de áudio, incluindo dispositivos de áudio pessoais, tais como headphones ou fones de ouvido, incorporando tais transdutores portanto, também serão descritas com referência aos desenhos.

[00923] Métodos de construção de transdutores de áudio, dispositivos de áudio ou qualquer uma das várias estruturas, montagens, mecanismos, dispositivos ou sistemas foram descritos para algumas, mas não todas as modalidades, para manter a concisão. Métodos de construção associados a cada uma das modalidades descritas e/ou as estruturas, montagens, mecanismo, sistemas ou dispositivos respectivos que são evidentes para as pessoas versadas na técnica relevante a partir da descrição a seguir são, portanto, destinados a serem abrangidos pelo escopo de aplicação da presente invenção. Além disso, a invenção também se destina a cobrir métodos de transdução de sinais de áudio usando os princípios e/ou recursos dos transdutores de áudio e estruturas, montagens, mecanismos, dispositivos ou sistemas relacionados descritos neste documento.

[00924] Uma breve visão geral de algumas das modalidades de transdutor de áudio é dada em primeiro lugar.

VISÃO GERAL DAS MODALIDADES DE TRANSDUTOR DE ÁUDIO

Transdutor De Áudio da Modalidade A

[00925] As figuras A1-A7 e A15 mostram uma modalidade A do transdutor de áudio da invenção O transdutor de áudio é um transdutor de áudio de ação rotacional que compreende um conjunto de diafragma A101, acoplado de forma rotacional a uma estrutura de base do transdutor A115 através de um sistema de suspensão de diafragma. O conjunto de diafragma compreende uma estrutura de diafragma substancialmente rígida A1300. As características desta estrutura do diafragma são descritas em detalhes na seção 2.2 deste relatório descritivo. As variações possíveis da estrutura do diafragma também são mostradas nas figuras A8-A12 e descritas em detalhes na seção 2.2 deste relatório descritivo. A estrutura de base do transdutor compreende uma geometria compacta e substancialmente rígida projetada em conformidade com o design preferido descrito na seção 6 do presente relatório descritivo. Uma descrição

detalhada da estrutura de base do transdutor também é provida na seção 2.2 do presente relatório descritivo.

[00926] Como observado, o conjunto de diafragma A101 é acoplado de forma rotativa à estrutura de base do transdutor A115 através de um sistema de suspensão de diafragma. Nesta modalidade, um sistema de dobradiça de contato é usado para acoplar de forma rotacional o conjunto de diafragma à estrutura de base do transdutor. Isso é mostrado em detalhes nas figuras A2-A4. As características do sistema de dobradiça de contato relativas a esta modalidade são descritas em detalhes na seção 3.2.2 deste relatório descritivo. Em configurações alternativas desta modalidade, um sistema de dobradiça de contato alternativo pode ser incorporado no transdutor de áudio. Por exemplo, o transdutor de áudio pode compreender: um sistema de dobradiça de contato como concebido em conformidade com os princípios enunciados na seção 3.2.1; um sistema de dobradiça de contato conforme descrito nas seções 3.2.3a em relação à modalidade S; um sistema de dobradiça de contato, conforme descrito na seção 3.2.3b em relação à modalidade T; um sistema de dobradiça de contato conforme descrito na seção 3.2.4, em relação à modalidade K; ou um sistema de dobradiça de contato, conforme descrito na seção 3.2.5, em relação à modalidade E. Em ainda outro conjunto de configurações alternativas, o sistema de dobradiça de contato da modalidade A pode ser substituído por qualquer um dos sistemas de dobradiça flexíveis descritos na seção 3.3 deste relatório descritivo. Por exemplo, a modalidade A do transdutor de áudio pode, em alternativa, incorporar um sistema de dobradiça flexível, conforme descrito na seção 3.3.1, em relação à modalidade B; qualquer um dos sistemas de dobradiça flexíveis alternativos descritos na seção 3.3.1 deste relatório descritivo; ou um sistema de dobradiça flexível, conforme descrito na seção 3.3.3, em relação à modalidade D.

[00927] Como mostrado na figura A6-A7, o transdutor de áudio da modalidade A de preferência está alojado dentro de um alojamento A601 configurado para acomodar o transdutor. O alojamento pode ser de qualquer tipo necessário para a construção de um determinado dispositivo de áudio, dependendo da aplicação. Como descrito em detalhes na seção 2.3 deste relatório, in situ, o conjunto de diafragma acomodado dentro do alojamento compreende uma periferia externa que é substancialmente livre de conexão física com um interior do alojamento. Em configurações alternativas desta modalidade, no entanto, o conjunto de diafragma pode não ter uma periferia externa que é substancialmente livre de conexão física com o alojamento associado in situ.

[00928] O transdutor de áudio de preferência é montado em relação ao alojamento A601 através do sistema de montagem de desacoplamento da invenção. O sistema de montagem de desacoplamento da modalidade A é descrito em detalhe na seção 4.2.1 deste relatório descritivo. Em configurações alternativas desta modalidade, o sistema de montagem de desacoplamento pode ser substituído por qualquer outro sistema de montagem de desacoplamento descrito no relatório descritivo incluindo, por exemplo: o sistema de montagem de desacoplamento descrito na seção 4.2.2, em relação à modalidade E; o sistema de montagem de desacoplamento descrito na seção 4.2.3, em relação à modalidade U; ou qualquer outro sistema de montagem de desacoplamento que possa ser concebidos em conformidade com os princípios de design descritos na seção 4.3 do presente relatório descritivo.

[00929] O desempenho do transdutor de áudio da modalidade A é mostrado na figura 14 e descrito na seção 4.2.1 deste relatório descritivo.

[00930] O transdutor de áudio desta modalidade compreende um mecanismo de transdução/excitação eletromagnética compreendendo um ímã permanente com peças de polo interna e externa que geram um campo magnético, e um ou mais componentes de transferência de força ou

geração, na forma de uma ou mais bobinas, que são operativamente conectadas com o campo magnético. Isso é descrito em detalhes na seção 2.2 deste relatório descritivo. Em configurações alternativas desta modalidade, o mecanismo de transdução pode ser substituído por qualquer outro mecanismo adequado conhecido na técnica, incluindo, por exemplo, um mecanismo de transdução piezoelétrico, eletrostática, ou magneto-restritivo, conforme descrito na seção 7 desta modalidade.

[00931] O transdutor de áudio da modalidade A é descrito em relação a um transdutor eletroacústico, tal como um alto-falante. Algumas possíveis aplicações do transdutor de áudio são descritas na seção 8 deste relatório descritivo. Além disso, o transdutor de áudio pode ser implementado em qualquer um dos dispositivos de áudio pessoais descritos na seção 5 deste relatório descritivo ao se substituir o transdutor de áudio do dispositivo com o da modalidade A. Por exemplo, o transdutor de áudio na modalidade A pode ser alojado em qualquer um dos invólucros ou alojamentos descritos nas seções 5.2.2, 5.5.3, 5.2.4 ou 5.2.7 para as modalidades de dispositivo de áudio pessoal K, W, X e H, respectivamente, e implementadas como um dispositivo de áudio pessoal, ou incorporadas e associadas a qualquer outra implementação, modificação ou variação, de dispositivo de áudio pessoal, conforme descrito na seção 5.2.8 deste relatório descritivo. Outra implementação é mostrada em relação à figura H3, em que o transdutor de áudio da modalidade A é usado em um dispositivo de headphone. Como mostrado, cada casco de headphone compreende transdutores de áudio construídos de acordo com a modalidade A, para fornecer a largura de banda total do alto-falante. A figura H4 mostra ainda outra implementação em que um único transdutor de áudio da modalidade A é inserido no plugue fone de ouvido de um conjunto de fones de ouvido.

[00932] Será apreciado que a o transdutor de áudio da modalidade A pode, em uma configuração, ser implementado como um transdutor

acustoelétrico, como um microfone, como explicado em detalhe na seção 7 do presente relatório descritivo.

[00933] Uma modalidade de transdutor de áudio da invenção pode ser construída para incorporar um ou mais dos seguintes sistemas, estruturas, mecanismos ou conjuntos de modalidade A: o conjunto de diafragma e estrutura, o sistema de dobradiça, o sistema de montagem de desacoplamento, a estrutura de base do transdutor e/ou o mecanismo de transdução.

Transdutor De Áudio da Modalidade B

[00934] As figuras B1-B4 mostram uma modalidade B do transdutor de áudio da invenção. O transdutor de áudio é um transdutor de áudio de ação rotacional que compreende um conjunto de diafragma B101, acoplado de forma rotacional a uma estrutura de base do transdutor B120 através de um sistema de suspensão de diafragma. O conjunto de diafragma compreende uma estrutura de diafragma substancialmente rígida. As características desta estrutura do diafragma são descritas em detalhes na seção 3.3.1f deste relatório descritivo. A estrutura do diafragma pode ser substituída por qualquer outra estrutura do diafragma descritas nas seções 2.2 e 2.3 deste relatório descritivo. A estrutura de base do transdutor compreende uma geometria compacta e substancialmente rígida projetada em conformidade com o design preferido descrito na seção 6 do presente relatório descritivo. Uma descrição detalhada da estrutura de base do transdutor também é provida na seção 3.3.1e do presente relatório descritivo.

[00935] Como observado, o conjunto de diafragma B101 é acoplado de forma rotativa à estrutura de base do transdutor B120 através de um sistema de suspensão de diafragma. Nesta modalidade, um sistema de dobradiça flexível é usado para acoplar de forma rotacional o conjunto de diafragma à estrutura de base do transdutor. Isso é mostrado em detalhes nas figuras B2-B3. As características do sistema de dobradiça flexível

relativas a esta modalidade são descritas em detalhes na seções 3.3.1a-3.3.1d deste relatório descritivo. Em configurações alternativas desta modalidade, um sistema de dobradiça flexível alternativo pode ser incorporado no transdutor de áudio. Por exemplo, qualquer uma dos sistemas de dobradiça flexíveis descritos na seção 3.3.2 deste relatório descritivo, ou um sistema de dobradiça flexível, conforme descrito na seção 3.3.3, em relação à modalidade D pode ser incorporado em vez disso. Em ainda um outro conjunto de configurações alternativas, o sistema de dobradiça flexível B, pode ser substituídos por um sistema de dobradiça de contato da invenção. Por exemplo, o transdutor de áudio da modalidade B pode alternativamente compreender: um sistema de dobradiça de contato como concebido em conformidade com os princípios enunciados na seção 3.2.1; um sistema de dobradiça de contato conforme descrito na seção 3.2.2 em relação à modalidade A; um sistema de dobradiça de contato conforme descrito nas seções 3.2.3a em relação à modalidade S; um sistema de dobradiça de contato, conforme descrito na seção 3.2.3b em relação à modalidade T; um sistema de dobradiça de contato conforme descrito na seção 3.2.4, em relação à modalidade K; ou um sistema de dobradiça de contato, conforme descrito na seção 3.2.5, em relação à modalidade E.

[00936] Como mostrado na figura B4, o transdutor de áudio da modalidade B pode compreender um alojamento de diafragma B401 configurado para acomodar pelo menos o conjunto de diafragma. O alojamento de diafragma é acoplado de forma rígida e estende-se da estrutura de base do transdutor para alojar o conjunto de diafragma adjacente. O alojamento em combinação com a estrutura de base do transdutor forma um conjunto de base de transdutor. O alojamento de conjunto de diafragma é descrito em detalhe na seção 3.3.1 g do presente relatório descritivo. In situ, o conjunto de diafragma acomodado dentro do alojamento compreende uma periferia externa que é substancialmente livre

de conexão física com um interior do alojamento. Lacunas de ar B405 e B406 separam a periferia do diafragma do alojamento. Como tal, o transdutor de áudio desta modalidade pode ser construído em conformidade com qualquer um ou mais dos princípios de design descritos na seção 2.3 do presente relatório descritivo. Em configurações alternativas desta modalidade, no entanto, o conjunto de diafragma pode não ter uma periferia externa que é substancialmente livre de conexão física com o alojamento associado in situ.

[00937] O transdutor de áudio implementado em um dispositivo de áudio pode ser montado em relação a um alojamento ou outro invólucro do dispositivo de áudio através de um sistema de montagem de desacoplamento da invenção. Por exemplo, o sistema de montagem de desacoplamento descrito na seção 4.2.2, em relação à modalidade E pode ser usado. Em configurações alternativas, qualquer outro sistema de montagem de desacoplamento descrito no relatório descritivo pode ser utilizado incluindo, por exemplo: o sistema de montagem de desacoplamento descrito na seção 4.2.1, em relação à modalidade A; o sistema de montagem de desacoplamento descrito na seção 4.2.3, em relação à modalidade U; ou qualquer outro sistema de montagem de desacoplamento que possa ser concebidos em conformidade com os princípios de design descritos na seção 4.3 do presente relatório descritivo.

[00938] O transdutor de áudio desta modalidade compreende um mecanismo de transdução/excitação eletromagnética compreendendo um ímã permanente com peças de polo interna e externa que geram um campo magnético, e um ou mais componentes de transferência de força ou geração, na forma de uma ou mais bobinas, que são operativamente conectadas com o campo magnético. Isso é descrito em detalhes na seção 3.3.1e deste relatório descritivo. Em configurações alternativas desta modalidade, o mecanismo de transdução pode ser substituído por qualquer outro mecanismo adequado conhecido na técnica, incluindo, por exemplo,

um mecanismo de transdução piezoelétrico, eletrostática, ou magneto-restritivo, conforme descrito na seção 7 desta modalidade.

[00939] O transdutor de áudio da modalidade B é descrito em relação a um transdutor eletroacústico, tal como um alto-falante. Algumas possíveis aplicações do transdutor de áudio são descritas na seção 8 deste relatório descritivo. Além disso, o transdutor de áudio pode ser implementado em qualquer um dos dispositivos de áudio pessoais descritos na seção 5 deste relatório descritivo ao se substituir o transdutor de áudio do dispositivo com o da modalidade B. Por exemplo, o transdutor de áudio na modalidade B pode ser alojado em qualquer um dos invólucros ou alojamentos descritos nas seções 5.2.2, 5.5.3, 5.2.4 ou 5.2.7 para as modalidades de dispositivo de áudio pessoal K, W, X e H, respectivamente, e implementadas como um dispositivo de áudio pessoal, ou incorporadas e associadas a qualquer outra implementação, modificação ou variação, de dispositivo de áudio pessoal, conforme descrito na seção 5.2.8 deste relatório descritivo.

[00940] Será apreciado que o transdutor de áudio da modalidade B pode, em uma configuração, ser implementado como um transdutor acustoelétrico, como um microfone, como explicado em detalhe na seção 7 do presente relatório descritivo.

[00941] Uma modalidade de transdutor de áudio da invenção pode ser construída para incorporar um ou mais dos seguintes sistemas, estruturas, mecanismos ou conjuntos de modalidade B: o conjunto de diafragma e estrutura, o sistema de dobradiça, o sistema de montagem de desacoplamento, a estrutura de base do transdutor e/ou o mecanismo de transdução.

1.3 Transdutor de áudio da Modalidade D

[00942] As figuras D1 e D2 mostram uma modalidade D do transdutor de áudio da invenção. O transdutor de áudio é um transdutor de áudio de ação rotacional que compreende um conjunto de diafragma

acoplado de forma rotacional a uma estrutura de base do transdutor D104 através de um sistema de suspensão de diafragma. A membrana compreende várias estruturas do diafragma substancialmente rígidas radialmente espaçadas em torno do eixo de rotação. As características deste conjunto de diafragma são descritas na seção 3.3.3 deste relatório descritivo. Cada estrutura do diafragma pode ser substituída por qualquer outra estrutura do diafragma descrita nas seções 2.2 e 2.3 deste relatório descritivo em configurações alternativas. A estrutura de base do transdutor compreende uma geometria compacta e substancialmente rígida projetada em conformidade com o design preferido descrito na seção 6 do presente relatório descritivo. Uma descrição detalhada da estrutura de base do transdutor também é provida na seção 3.3.3 do presente relatório descritivo.

[00943] Como observado, o conjunto de diafragma é acoplado de forma rotativa à estrutura de base do transdutor através de um sistema de suspensão de diafragma. Nesta modalidade, um sistema de dobradiça flexível é usado para acoplar de forma rotacional o conjunto de diafragma à estrutura de base do transdutor. Isso é mostrado em detalhes nas figuras D2e. As características do sistema de dobradiça flexível relativas a esta modalidade são descritas em detalhes na seção 3.3.3 deste relatório descritivo. Em configurações alternativas desta modalidade, um sistema de dobradiça flexível alternativo pode ser incorporado no transdutor de áudio. Por exemplo, qualquer uma dos sistemas de dobradiça flexíveis descritos na seção 3.3.2 deste relatório descritivo, ou um sistema de dobradiça flexível, conforme descrito na seção 3.3.1, em relação à modalidade B pode ser incorporado em vez disso. Em ainda um outro conjunto de configurações alternativas, o sistema de dobradiça flexível D, pode ser substituídos por um sistema de dobradiça de contato da invenção. Por exemplo, o transdutor de áudio da modalidade D pode alternativamente compreender: um sistema de dobradiça de contato como concebido em

conformidade com os princípios enunciados na seção 3.2.1; um sistema de dobradiça de contato conforme descrito na seção 3.2.2 em relação à modalidade A; um sistema de dobradiça de contato conforme descrito nas seções 3.2.3a em relação à modalidade S; um sistema de dobradiça de contato, conforme descrito na seção 3.2.3b em relação à modalidade T; um sistema de dobradiça de contato conforme descrito na seção 3.2.4, em relação à modalidade K; ou um sistema de dobradiça de contato, conforme descrito na seção 3.2.5, em relação à modalidade E.

[00944] Como mostrado na figura D2, o transdutor de áudio da modalidade B pode compreender um alojamento de diafragma D203 configurado para acomodar pelo menos o conjunto de diafragma. O alojamento de diafragma é acoplado de forma rígida e estende-se da estrutura de base do transdutor para alojar o conjunto de diafragma adjacente. O alojamento em combinação com a estrutura de base do transdutor forma um conjunto de base de transdutor. O alojamento de conjunto de diafragma é descrito em detalhe na seção 3.3.3 do presente relatório descritivo. In situ, o conjunto de diafragma acomodado dentro do alojamento compreende uma periferia externa que é substancialmente livre de conexão física com um interior do alojamento. Lacunas de ar separam a periferia do diafragma do alojamento. Como tal, o transdutor de áudio desta modalidade pode ser construído em conformidade com qualquer um ou mais dos princípios de design descritos na seção 2.3 do presente relatório descritivo. Em configurações alternativas desta modalidade, no entanto, o conjunto de diafragma pode não ter uma periferia externa que é substancialmente livre de conexão física com o alojamento associado in situ.

[00945] O transdutor de áudio implementado em um dispositivo de áudio pode ser montado em relação a um alojamento ou outro invólucro do dispositivo de áudio através de um sistema de montagem de desacoplamento da invenção. Por exemplo, o sistema de montagem de

desacoplamento descrito na seção 4.2.2, em relação à modalidade E pode ser usado. Em configurações alternativas, qualquer outro sistema de montagem de desacoplamento descrito no relatório descritivo pode ser utilizado incluindo, por exemplo: o sistema de montagem de desacoplamento descrito na seção 4.2.1, em relação à modalidade A; o sistema de montagem de desacoplamento descrito na seção 4.2.3, em relação à modalidade U; ou qualquer outro sistema de montagem de desacoplamento que possa ser concebidos em conformidade com os princípios de design descritos na seção 4.3 do presente relatório descritivo.

[00946] O transdutor de áudio desta modalidade compreende um mecanismo de transdução/excitação eletromagnética compreendendo um ímã permanente com peças de polo interna e externa que geram um campo magnético, e um ou mais componentes de transferência de força ou geração, na forma de uma ou mais bobinas, que são operativamente conectadas com o campo magnético. Isso é descrito em detalhes na seção 3.3.3 deste relatório descritivo. Em configurações alternativas desta modalidade, o mecanismo de transdução pode ser substituído por qualquer outro mecanismo adequado conhecido na técnica, incluindo, por exemplo, um mecanismo de transdução piezoelétrico, eletrostática, ou magneto-restritivo, conforme descrito na seção 7 desta modalidade.

[00947] O transdutor de áudio da modalidade D é descrito em relação a um transdutor eletroacústico, tal como um alto-falante. Algumas possíveis aplicações do transdutor de áudio são descritas na seção 8 deste relatório descritivo. Além disso, o transdutor de áudio pode ser implementado em qualquer um dos dispositivos de áudio pessoais descritos na seção 5 deste relatório descritivo ao se substituir o transdutor de áudio do dispositivo com o da modalidade B. Por exemplo, o transdutor de áudio na modalidade D pode ser alojado em qualquer um dos invólucros ou alojamentos descritos nas seções 5.2.2, 5.5.3, 5.2.4 ou 5.2.7 para as modalidades de dispositivo de áudio pessoal K, W, X e H, respectivamente,

e implementadas como um dispositivo de áudio pessoal, ou incorporadas e associadas a qualquer outra implementação, modificação ou variação, de dispositivo de áudio pessoal, conforme descrito na seção 5.2.8 deste relatório descritivo.

[00948] Será apreciado que o transdutor de áudio da modalidade D pode, em uma configuração, ser implementado como um transdutor acustoelétrico, como um microfone, como explicado em detalhe na seção 7 do presente relatório descritivo.

[00949] Uma modalidade de transdutor de áudio da invenção pode ser construída para incorporar um ou mais dos seguintes sistemas, estruturas, mecanismos ou conjuntos de modalidade D: o conjunto de diafragma e estrutura, o sistema de dobradiça, o sistema de montagem de desacoplamento, a estrutura de base do transdutor e/ou o mecanismo de transdução.

1.4 Transdutor de áudio da Modalidade E

[00950] As figuras E1-E4 mostram uma modalidade E do transdutor de áudio da invenção. O transdutor de áudio é um transdutor de áudio de ação rotacional que compreende um conjunto de diafragma E101 acoplado de forma rotacional a uma estrutura de base do transdutor E118 através de um sistema de suspensão de diafragma. O conjunto de diafragma compreende uma estrutura de diafragma substancialmente rígida. As características desta estrutura do diafragma são descritas em detalhes na seção 3.2.5 deste relatório descritivo. A estrutura do diafragma pode ser substituída por qualquer outra estrutura do diafragma descritas nas seções 2.2 e 2.3 deste relatório descritivo. A estrutura de base do transdutor compreende uma geometria compacta e substancialmente rígida projetada em conformidade com o design preferido descrito na seção 6 do presente relatório descritivo. Uma descrição detalhada da estrutura de base do transdutor também é provida na seção 3.3.5 do presente relatório descritivo.

[00951] Como observado, o conjunto de diafragma E101 é acoplado de forma rotativa à estrutura de base do transdutor E118 através de um sistema de suspensão de diafragma. Nesta modalidade, um sistema de dobradiça de contato é usado para acoplar de forma rotacional o conjunto de diafragma à estrutura de base do transdutor. Isso é mostrado em detalhes nas figuras E1b-E1j e E3. As características do sistema de dobradiça de contato relativas a esta modalidade são descritas em detalhes na seção 3.2.5 deste relatório descritivo. Em configurações alternativas desta modalidade, um sistema de dobradiça de contato alternativo pode ser incorporado no transdutor de áudio. Por exemplo, o transdutor de áudio pode compreender: um sistema de dobradiça de contato como concebido em conformidade com os princípios enunciados na seção 3.2.1; um sistema de dobradiça de contato conforme descrito na seção 3.2.2 em relação à modalidade A; um sistema de dobradiça de contato, conforme descrito nas seções 3.2.3a em relação à modalidade S; um sistema de dobradiça de contato conforme descrito na seção 3.2.3b, em relação à modalidade T; ou um sistema de dobradiça de contato, conforme descrito na seção 3.2.4, em relação à modalidade K. Em ainda outro conjunto de configurações alternativas, o sistema de dobradiça de contato da modalidade E pode ser substituído por qualquer um dos sistemas de dobradiça flexíveis descritos na seção 3.3 deste relatório descritivo. Por exemplo, a modalidade E do transdutor de áudio pode, em alternativa, incorporar um sistema de dobradiça flexível, conforme descrito na seção 3.3.1, em relação à modalidade B; qualquer um dos sistemas de dobradiça flexíveis alternativos descritos na seção 3.3.1 deste relatório descritivo; ou um sistema de dobradiça flexível, conforme descrito na seção 3.3.3, em relação à modalidade D.

[00952] Como mostrado na figura E4, o transdutor de áudio da modalidade E pode compreender um alojamento de diafragma E201 configurado para acomodar pelo menos o conjunto de diafragma. O

alojamento de diafragma é acoplado de forma rígida e estende-se da estrutura de base do transdutor para alojar o conjunto de diafragma adjacente. O alojamento em combinação com a estrutura de base do transdutor forma um conjunto de base de transdutor. O alojamento de conjunto de diafragma é descrito em detalhe na seção 4.2.2 do presente relatório descritivo. In situ, o conjunto de diafragma acomodado dentro do alojamento compreende uma periferia externa que é substancialmente livre de conexão física com um interior do alojamento. Lacunas de ar E205 e E206 separam a periferia do diafragma do alojamento. Como tal, o transdutor de áudio desta modalidade pode ser construído em conformidade com qualquer um ou mais dos princípios de design descritos na seção 2.3 do presente relatório descritivo. Em configurações alternativas desta modalidade, no entanto, o conjunto de diafragma pode não ter uma periferia externa que é substancialmente livre de conexão física com o alojamento associado in situ.

[00953] O transdutor de áudio implementado em um dispositivo de áudio pode ser montado em relação a um alojamento ou outro invólucro do dispositivo de áudio através de um sistema de montagem de desacoplamento da invenção. Um sistema de montagem de desacoplamento possível é descrito em detalhe na seção 4.2.2 deste relatório descritivo. Em configurações alternativas, qualquer outro sistema de montagem de desacoplamento descrito no relatório descritivo pode ser utilizado incluindo, por exemplo: o sistema de montagem de desacoplamento descrito na seção 4.2.1, em relação à modalidade A; o sistema de montagem de desacoplamento descrito na seção 4.2.3, em relação à modalidade U; ou qualquer outro sistema de montagem de desacoplamento que possa ser concebidos em conformidade com os princípios de design descritos na seção 4.3 do presente relatório descritivo.

[00954] O transdutor de áudio desta modalidade compreende um mecanismo de transdução/excitação eletromagnética compreendendo um

ímã permanente com peças de polo interna e externa que geram um campo magnético, e um ou mais componentes de transferência de força ou geração, na forma de uma ou mais bobinas, que são operativamente conectadas com o campo magnético. Isso é descrito em detalhes na seção 3.2.5 deste relatório descritivo. Em configurações alternativas desta modalidade, o mecanismo de transdução pode ser substituído por qualquer outro mecanismo adequado conhecido na técnica, incluindo, por exemplo, um mecanismo de transdução piezoelétrico, eletrostática, ou magneto-restritivo, conforme descrito na seção 7 desta modalidade.

[00955] O transdutor de áudio da modalidade E é descrito em relação a um transdutor eletroacústico, tal como um alto-falante. Algumas possíveis aplicações do transdutor de áudio são descritas na seção 8 deste relatório descritivo. Além disso, o transdutor de áudio pode ser implementado em qualquer um dos dispositivos de áudio pessoais descritos na seção 5 deste relatório descritivo ao se substituir o transdutor de áudio do dispositivo com o da modalidade E. Por exemplo, o transdutor de áudio na modalidade E pode ser alojado em qualquer um dos invólucros ou alojamentos descritos nas seções 5.2.2, 5.5.3, 5.2.4 ou 5.2.7 para as modalidades de dispositivo de áudio pessoal K, W, X e H, respectivamente, e implementadas como um dispositivo de áudio pessoal, ou incorporadas e associadas a qualquer outra implementação, modificação ou variação, de dispositivo de áudio pessoal, conforme descrito na seção 5.2.8 deste relatório descritivo.

[00956] Será apreciado que o transdutor de áudio da modalidade E pode, em uma configuração, ser implementado como um transdutor acustoelétrico, como um microfone, como explicado em detalhe na seção 7 do presente relatório descritivo.

[00957] Uma modalidade de transdutor de áudio da invenção pode ser construída para incorporar um ou mais dos seguintes sistemas, estruturas, mecanismos ou conjuntos de modalidade E: o conjunto de

diafragma e estrutura, o sistema de dobradiça, o sistema de montagem de desacoplamento, a estrutura de base do transdutor e/ou o mecanismo de transdução.

1.5 Transdutor de áudio da Modalidade G

[00958] As figuras G1 e G2 mostram uma modalidade G do transdutor de áudio da invenção. O transdutor de áudio é um transdutor de áudio de ação linear que compreende um conjunto de diafragma G101 acoplado de forma móvel a uma estrutura de base do transdutor (A104, G106 e G107) através de um sistema de suspensão de diafragma G102, G105. O conjunto de diafragma compreende uma estrutura de diafragma substancialmente rígida. As características desta estrutura do diafragma são descritas em detalhes na seção 2.2 deste relatório descritivo. A estrutura do diafragma pode ser substituída por qualquer outra estrutura do diafragma descritas nas seções 2.2 e 2.3 deste relatório descritivo. Algumas variações na estrutura de diafragma desta modalidade também são descritas na seção 2.2 do presente relatório descritivo, com referência a figuras G3-G8. A estrutura de base do transdutor compreende uma geometria compacta e substancialmente rígida projetada em conformidade com o design preferido descrito na seção 6 do presente relatório descritivo. Uma descrição detalhada da estrutura de base do transdutor também é provida na seção 2.2 do presente relatório descritivo.

[00959] Como observado, o conjunto de diafragma G101 é acoplado de forma linear à estrutura de base do transdutor através de um sistema de suspensão de diafragma. Nesta modalidade, um envoltório flexível convencional G102 e suspensão aranha G105 são usados como mostrado na figura G1c e descrito em detalhes na seção 2.2. Em configurações alternativas da presente modalidade, uma suspensão do diafragma ferromagnética pode ser usada como descrito, por exemplo, em relação à modalidade P e Y de transdutores de áudio na seção 5.2.1 e 5.2.5 deste relatório descritivo.

[00960] Como mostrado na figura G1, o transdutor de áudio pode compreender um alojamento de diafragma ou envoltório G103 configurado para acomodar pelo menos o conjunto de diafragma. In situ o conjunto de diafragma acomodado no alojamento compreende uma periferia externa que está substancialmente em conexão física com um interior do alojamento através do envoltório flexível G102 e aranha G105. Em modalidades alternativas, como mostrado na sub-configuração G9 nas figuras G9, o transdutor de áudio pode ser construído com uma periferia externa do diafragma, que é substancialmente livre de conexão física com o envoltório. Em algumas configurações, um suporte de ferrofluido pode substituir o envoltório e aranha ou as conexões de envoltório e aranha podem ser reduzidas significativamente para atender os critérios de substancialmente livre definidos na seção 2.3.

[00961] O transdutor de áudio implementado em um dispositivo de áudio pode ser montado em relação a um alojamento ou outro invólucro do dispositivo de áudio através de um sistema de montagem de desacoplamento da invenção. Sistemas de montagem de desacoplamento possíveis incluem, por exemplo: o sistema de montagem de desacoplamento descrito na seção 4.2.3, em relação à modalidade U; ou qualquer outro sistema de montagem de desacoplamento que possa ser concebidos em conformidade com os princípios de design descritos na seção 4.3 do presente relatório descritivo.

[00962] O transdutor de áudio desta modalidade compreende um mecanismo de transdução/excitação eletromagnética compreendendo um ímã permanente A104 com peças de polo interna e externa G106, G107 que geram um campo magnético, e um ou mais componentes de transferência de força ou geração, na forma de uma ou mais bobinas G112, que são operativamente conectadas com o campo magnético. Isso é descrito em detalhes na seção 2.2 deste relatório descritivo. Em configurações alternativas desta modalidade, o mecanismo de transdução

pode ser substituído por qualquer outro mecanismo adequado conhecido na técnica, incluindo, por exemplo, um mecanismo de transdução piezoelétrico, eletrostática, ou magneto-restritivo, conforme descrito na seção 7 desta modalidade.

[00963] O transdutor de áudio da modalidade G é descrito em relação a um transdutor eletroacústico, tal como um alto-falante. Algumas possíveis aplicações do transdutor de áudio são descritas na seção 8 deste relatório descritivo. Além disso, o transdutor de áudio pode ser implementado em qualquer um dos dispositivos de áudio pessoais descritos na seção 5 deste relatório descritivo ao se substituir o transdutor de áudio do dispositivo com o da modalidade G. Por exemplo, o transdutor de áudio na modalidade G pode ser alojado em qualquer um dos invólucros ou alojamentos descritos nas seções 5.2.1 e 5.2.5 para as modalidades de dispositivo de áudio pessoal P e Y, respectivamente, e implementadas como um dispositivo de áudio pessoal, ou incorporadas e associadas a qualquer outra implementação, modificação ou variação, de dispositivo de áudio pessoal, conforme descrito na seção 5.2.8 deste relatório descritivo.

[00964] Será apreciado que o transdutor de áudio da modalidade G pode, em uma configuração, ser implementado como um transdutor acustoelétrico, como um microfone, como explicado em detalhe na seção 7 do presente relatório descritivo.

[00965] Uma modalidade de transdutor de áudio da invenção pode ser construída para incorporar um ou mais dos seguintes sistemas, estruturas, mecanismos ou conjuntos de modalidade G: o conjunto de diafragma e estrutura, o sistema de dobradiça, o sistema de montagem de desacoplamento, a estrutura de base do transdutor e/ou o mecanismo de transdução.

1.6 Dispositivo de áudio pessoal e Transdutor de áudio da modalidade K

[00966] As figuras K1-K5 mostram uma modalidade K de dispositivo de áudio com uma modalidade K do transdutor de áudio da invenção. O transdutor de áudio da modalidade K é um transdutor de áudio de ação rotacional que compreende um conjunto de diafragma K101 acoplado de forma rotacional a uma estrutura de base do transdutor K118 através de um sistema de suspensão de diafragma. O conjunto de diafragma compreende uma estrutura de diafragma substancialmente rígida. As características desta estrutura do diafragma são descritas em detalhes na seção 5.2.2 deste relatório descritivo. A estrutura do diafragma pode ser substituída por qualquer outra estrutura do diafragma descritas nas seções 2.2 e 2.3 deste relatório descritivo. A estrutura de base do transdutor compreende uma geometria compacta e substancialmente rígida projetada em conformidade com o design preferido descrito na seção 6 do presente relatório descritivo. Uma descrição detalhada da estrutura de base do transdutor também é provida na seção 5.2.2 do presente relatório descritivo.

[00967] Como observado, o conjunto de diafragma K101 é acoplado de forma rotativa à estrutura de base do transdutor K118 através de um sistema de suspensão de diafragma. Nesta modalidade, um sistema de dobradiça de contato é usado para acoplar de forma rotacional o conjunto de diafragma à estrutura de base do transdutor. Isso é mostrado em detalhes nas figuras K1h-K1m. As características do sistema de dobradiça de contato relativas a esta modalidade são descritas em detalhes na seção 3.2.4 deste relatório descritivo. Em configurações alternativas desta modalidade, um sistema de dobradiça de contato alternativo pode ser incorporado no transdutor de áudio. Por exemplo, o transdutor de áudio pode compreender: um sistema de dobradiça de contato como concebido em conformidade com os princípios enunciados na seção 3.2.1; um sistema de dobradiça de contato conforme descrito na seção 3.2.2 em relação à modalidade A; um sistema de dobradiça de contato, conforme descrito nas seções 3.2.3a em relação à modalidade S; um sistema de dobradiça de

contato conforme descrito na seção 3.2.3b, em relação à modalidade T; ou um sistema de dobradiça de contato, conforme descrito na seção 3.2.5, em relação à modalidade E. Em ainda outro conjunto de configurações alternativas, o sistema de dobradiça de contato da modalidade K pode ser substituído por qualquer um dos sistemas de dobradiça flexíveis descritos na seção 3.3 deste relatório descritivo. Por exemplo, a modalidade K do transdutor de áudio pode, em alternativa, incorporar um sistema de dobradiça flexível, conforme descrito na seção 3.3.1, em relação à modalidade B; qualquer um dos sistemas de dobradiça flexíveis alternativos descritos na seção 3.3.1 deste relatório descritivo; ou um sistema de dobradiça flexível, conforme descrito na seção 3.3.3, em relação à modalidade D.

[00968] Como mostrado na figura K3 e K4, o transdutor de áudio da modalidade K de preferência está alojado dentro de um alojamento K301 do dispositivo configurado para acomodar o transdutor. O alojamento pode ser de qualquer tipo necessário para a construção de um determinado dispositivo de áudio, dependendo da aplicação. Na implementação preferencial desta modalidade, o transdutor de áudio é alojado dentro de um dispositivo de áudio pessoal, e, em particular, com um casco de headphone de um dispositivo de headphone. O casco de headphone pode também compreender qualquer forma de passagem de fluido configurado para prover um caminho de fluxo de gases restritivo a partir da primeira cavidade para outro volume de ar durante a operação, para ajudar a amortecer ressonâncias e/ou moderar o aumento do grave. Esta implementação é descrita em mais detalhes na seção 5.2.2 deste relatório descritivo. Também, conforme descrito em detalhes na seção 5.2.2 deste relatório, in situ, o conjunto de diafragma acomodado dentro do alojamento compreende uma periferia externa que é substancialmente livre de conexão física com um interior do alojamento. Em configurações alternativas desta modalidade, no entanto, o conjunto de diafragma pode não ter uma periferia

externa que é substancialmente livre de conexão física com o alojamento associado in situ.

[00969] O transdutor de áudio de preferência é montado em relação ao alojamento através do sistema de montagem de desacoplamento da invenção. A dissociação do sistema de montagem de desacoplamento da modalidade K é descrito em detalhes na seção 5.2.2 deste relatório descritivo e é semelhante ao descrito em relação à modalidade A, na seção 4.2.1. Em configurações alternativas desta modalidade, o sistema de montagem de desacoplamento pode ser substituído por qualquer outro sistema de montagem de desacoplamento descrito no relatório descritivo incluindo, por exemplo: o sistema de montagem de desacoplamento descrito na seção 4.2.2, em relação à modalidade E; o sistema de montagem de desacoplamento descrito na seção 4.2.3, em relação à modalidade U; ou qualquer outro sistema de montagem de desacoplamento que possa ser concebidos em conformidade com os princípios de design descritos na seção 4.3 do presente relatório descritivo.

[00970] O transdutor de áudio desta modalidade compreende um mecanismo de transdução/excitação eletromagnética compreendendo um ímã permanente com peças de polo interna e externa que geram um campo magnético, e um ou mais componentes de transferência de força ou geração, na forma de uma ou mais bobinas, que são operativamente conectadas com o campo magnético. Isso é descrito em detalhes na seção 5.2.2 deste relatório descritivo. Em configurações alternativas desta modalidade, o mecanismo de transdução pode ser substituído por qualquer outro mecanismo adequado conhecido na técnica, incluindo, por exemplo, um mecanismo de transdução piezoelétrico, eletrostática, ou magneto-restritivo, conforme descrito na seção 7 desta modalidade.

[00971] O transdutor de áudio da modalidade K é descrito em relação a um transdutor eletroacústico, tal como um alto-falante. Algumas possíveis aplicações do transdutor de áudio são descritas na seção 8 deste

relatório descritivo. Além disso, o transdutor de áudio pode ser implementado em qualquer um dos dispositivos de áudio pessoais descritos na seção 5 deste relatório descritivo ao se substituir o transdutor de áudio do dispositivo com o da modalidade K. Por exemplo, o transdutor de áudio na modalidade K pode ser alojado em qualquer um dos invólucros ou alojamentos descritos nas seções 5.5.3, e 5.2.4 para a modalidades de dispositivo de áudio pessoal W e X, respectivamente, ou pode ser incorporado e associado a qualquer outra implementação, modificação ou variação, de dispositivo de áudio pessoal, conforme descrito na seção 5.2.8 deste relatório descritivo.

[00972] Será apreciado que o transdutor de áudio da modalidade K pode, em uma configuração, ser implementado como um transdutor acustoelétrico, como um microfone, como explicado em detalhe na seção 7 do presente relatório descritivo.

[00973] Uma modalidade de transdutor de áudio da invenção pode ser construída para incorporar um ou mais dos seguintes sistemas, estruturas, mecanismos ou conjuntos de modalidade K: o conjunto de diafragma e estrutura, o sistema de dobradiça, o sistema de montagem de desacoplamento, a estrutura de base do transdutor e/ou o mecanismo de transdução; e ou o alojamento incluindo as passagens de fluido de vazamento de ar e/ou vedação da interface.

1.7 Transdutor de Áudio da Modalidade S

[00974] As figuras S1-S3 mostram uma modalidade S do transdutor de áudio da invenção. O transdutor de áudio é um transdutor de áudio de ação rotacional que compreende um conjunto de diafragma S102 acoplado de forma rotacional a uma estrutura de base do transdutor S101 através de um sistema de suspensão de diafragma. O conjunto de diafragma compreende uma estrutura de diafragma substancialmente rígida. As características desta estrutura do diafragma são descritas em detalhes na seção 3.2.3b deste relatório descritivo. A estrutura de base do transdutor

compreende uma geometria compacta e substancialmente rígida projetada em conformidade com o design preferido descrito na seção 6 do presente relatório descritivo.

[00975] Como observado, o conjunto de diafragma S102 é acoplado de forma rotativa à estrutura de base do transdutor S101 através de um sistema de suspensão de diafragma. Nesta modalidade, um sistema de dobradiça de contato é usado para acoplar de forma rotativa o conjunto de diafragma à estrutura de base do transdutor e é construído de acordo com os princípios enunciados na seção 3.2.1. Isso é mostrado em detalhes nas figuras S1-S2. As características do sistema de dobradiça de contato relativas a esta modalidade são descritas em detalhes na seção 3.2.3b deste relatório descritivo. Esta modalidade mostra um sistema de dobradiça de contato alternativo, que pode ser inserido em qualquer modalidade de transdutor de áudio de ação rotacional da invenção, incluindo, por exemplo, modalidades A, B, D, E, K, T, W e X.

1.8 Transdutor de áudio da Modalidade T

[00976] As figuras T1-T4 mostram uma modalidade T do transdutor de áudio da invenção. O transdutor de áudio é um transdutor de áudio de ação rotacional que compreende um conjunto de diafragma T102 acoplado de forma rotacional a uma estrutura de base do transdutor T101 através de um sistema de suspensão de diafragma. O conjunto de diafragma compreende uma estrutura de diafragma substancialmente rígida. As características desta estrutura do diafragma são descritas em detalhes na seção 3.2.3c deste relatório descritivo. A estrutura de base do transdutor compreende uma geometria compacta e substancialmente rígida projetada em conformidade com o design preferido descrito na seção 6 do presente relatório descritivo.

[00977] Como observado, o conjunto de diafragma T102 é acoplado de forma rotativa à estrutura de base do transdutor T101 através de um sistema de suspensão de diafragma. Nesta modalidade, um sistema de

dobradiça de contato é usado para acoplar de forma rotativa o conjunto de diafragma à estrutura de base do transdutor e é construído de acordo com os princípios enunciados na seção 3.2.1. Isso é mostrado em detalhes nas figuras T1-T2 e T4. As características do sistema de dobradiça de contato relativas a esta modalidade são descritas em detalhes na seção 3.2.3c deste relatório descritivo. Esta modalidade mostra um sistema de dobradiça de contato alternativo, que pode ser inserido em qualquer modalidade de transdutor de áudio de ação rotacional da invenção, incluindo, por exemplo, modalidades A, B, D, E, K, S, W e X.

1.9 transdutor de áudio da Modalidade U

[00978] As figuras U1-U4 mostram uma modalidade U do transdutor de áudio da invenção. O transdutor de áudio da modalidade U é um transdutor de áudio de ação linear que compreende um conjunto de diafragma U201 acoplado de forma linear a uma estrutura de base do transdutor U202 através de um sistema de suspensão de diafragma. O conjunto de diafragma compreende uma estrutura de diafragma substancialmente rígida. As características desta estrutura do diafragma são descritas em detalhes na seção 4.2.3 deste relatório descritivo. A estrutura do diafragma pode ser substituída por qualquer outra estrutura do diafragma descrita nas seções 2.2 e 2.3 deste relatório descritivo, por exemplo qualquer uma das estruturas do diafragma descritas em relação ao transdutor de áudio da modalidade G. Alternativamente, este pode ser um conjunto de diafragma, conforme descrito para as modalidades P e Y em seções 5.2.1 e 5.2.5 deste relatório descritivo. A estrutura de base do transdutor U202 compreende uma geometria compacta e substancialmente rígida projetada em conformidade com o design preferido descrito na seção 6 do presente relatório descritivo. Uma descrição detalhada da estrutura de base do transdutor também é provida na seção 4.2.3 do presente relatório descritivo.

[00979] Como observado, o conjunto de diafragma U201 é acoplado de forma linear à estrutura de base do transdutor através de um sistema de suspensão de diafragma. Nesta modalidade, um sistema de suspensão de fluido ferromagnético é usado como descrito na seção 4.2.3. Este sistema pode ser similar ou igual à suspensão de fluido ferromagnético da modalidades P e Y descritas nas seções 5.2.1 e 5.2.5, respectivamente. Em configurações alternativas da presente modalidade, qualquer um dos sistemas de suspensão descritos na seção 2.2, em relação à modalidade G pode ser utilizado em vez disso.

[00980] Também, conforme descrito em detalhes na seção 4.2.3 deste relatório, in situ, o conjunto de diafragma acomodado dentro do envoltório U102 compreende uma periferia externa que é substancialmente livre de conexão física com um interior do alojamento. Em configurações alternativas desta modalidade, no entanto, o conjunto de diafragma pode não ter uma periferia externa que é substancialmente livre de conexão física com o alojamento associado in situ.

[00981] Como mostrado na figura U1 e U2, o transdutor de áudio da modalidade U de preferência está alojado dentro de um envoltório U102 do dispositivo configurado para acomodar o transdutor. O alojamento pode ser de qualquer tipo necessário para a construção de um determinado dispositivo de áudio, dependendo da aplicação.

[00982] Um sistema de montagem de desacoplamento U103 é provido para montar o transdutor de áudio no envoltório. O sistema de montagem de desacoplamento da modalidade U é descrito em detalhes na seção 4.2.3. Em configurações alternativas desta modalidade, o sistema de montagem de desacoplamento pode ser substituído por qualquer outro sistema de montagem de desacoplamento descrito no relatório descritivo incluindo, por exemplo: o sistema de montagem de desacoplamento descrito para a modalidade Y na seção 5.2.5; ou qualquer outro sistema de montagem de desacoplamento que possa ser concebidos em conformidade

com os princípios de design descritos na seção 4.3 do presente relatório descritivo.

[00983] O desempenho deste transdutor de áudio da modalidade é mostrado nas figuras U3c e U3d e descrito na seção 4.2.3.

[00984] O transdutor de áudio desta modalidade compreende um mecanismo de transdução/excitação eletromagnética compreendendo um ímã permanente com peças de polo interna e externa que geram um campo magnético, e um ou mais componentes de transferência de força ou geração, na forma de uma ou mais bobinas, que são operativamente conectadas com o campo magnético. Isso é descrito em detalhes na seção 4.2.3 deste relatório descritivo. Em configurações alternativas desta modalidade, o mecanismo de transdução pode ser substituído por qualquer outro mecanismo adequado conhecido na técnica, incluindo, por exemplo, um mecanismo de transdução piezoelétrico, eletrostática, ou magneto-restritivo, conforme descrito na seção 7 desta modalidade.

[00985] O transdutor de áudio da modalidade U é descrito em relação a um transdutor eletroacústico, tal como um alto-falante. Algumas possíveis aplicações do transdutor de áudio são descritas na seção 8 deste relatório descritivo. Além disso, o transdutor de áudio pode ser implementado em qualquer um dos dispositivos de áudio pessoais descritos na seção 5 deste relatório descritivo ao se substituir o transdutor de áudio do dispositivo com o da modalidade U. Por exemplo, o transdutor de áudio na modalidade U pode ser alojado em qualquer um dos invólucros ou alojamentos descritos nas seções 5.5.1 - 5.2.5 para a modalidades de dispositivo de áudio pessoal P, K, W, X e Y respectivamente, ou pode ser incorporado e associado a qualquer outra implementação, modificação ou variação, de dispositivo de áudio pessoal, conforme descrito na seção 5.2.8 deste relatório descritivo.

[00986] Será apreciado que o transdutor de áudio da modalidade U pode, em uma configuração, ser implementado como um transdutor

acustoelétrico, como um microfone, como explicado em detalhe na seção 7 do presente relatório descritivo.

[00987] Uma modalidade de transdutor de áudio da invenção pode ser construída para incorporar um ou mais dos seguintes sistemas, estruturas, mecanismos ou conjuntos de modalidade U: o Sistema de suspensão de diafragma, a estrutura de base do transdutor, o mecanismo de transdução; e/ou o sistema de montagem de desacoplamento.

1.10 Dispositivo de áudio pessoal e Transdutor de áudio da Modalidade P

[00988] As figuras P1-P5 mostram uma modalidade P de dispositivo de áudio com uma modalidade P do transdutor de áudio da invenção. O transdutor de áudio da modalidade P é um transdutor de áudio de ação linear que compreende um conjunto de diafragma P110 acoplado de forma linear a uma estrutura de base do transdutor P102 através de um sistema de suspensão de diafragma. O conjunto de diafragma compreende uma estrutura de diafragma substancialmente rígida. As características desta estrutura do diafragma são descritas em detalhes na seção 5.2.1 deste relatório descritivo. A estrutura do diafragma pode ser substituída por qualquer outra estrutura do diafragma descrita nas seções 2.2 e 2.3 deste relatório descritivo, por exemplo qualquer uma das estruturas do diafragma descritas em relação ao transdutor de áudio da modalidade G. A base do transdutor compreende uma geometria compacta e substancialmente rígida projetada em conformidade com o design preferido descrito na seção 6 do presente relatório descritivo. Nesta modalidade, a base forma uma parte do alojamento. Uma descrição detalhada da base do transdutor também é provida na seção 5.2.1 do presente relatório descritivo.

[00989] Como observado, o conjunto de diafragma P110 é acoplado de forma linear à base do transdutor através de um sistema de suspensão de diafragma. Nesta modalidade, um sistema de suspensão de fluido ferromagnético é usado como descrito na seção 5.2.1. Em configurações

alternativas da presente modalidade, qualquer um dos sistemas de suspensão descritos na seção 2.2, em relação à modalidade G pode ser utilizado em vez disso.

[00990] Também, conforme descrito em detalhes na seção 5.2.1 deste relatório, in situ, o conjunto de diafragma acomodado dentro do alojamento compreende uma periferia externa que é substancialmente livre de conexão física com um interior do alojamento. Em configurações alternativas desta modalidade, no entanto, o conjunto de diafragma pode não ter uma periferia externa que é substancialmente livre de conexão física com o alojamento associado in situ.

[00991] Como mostrado na figura P1g e P1j, o transdutor de áudio da modalidade P de preferência está alojado dentro de um envoltório P102/P103 do dispositivo configurado para acomodar o transdutor. O alojamento pode ser de qualquer tipo necessário para a construção de um determinado dispositivo de áudio, dependendo da aplicação. Na implementação preferencial desta modalidade, o transdutor de áudio é alojado dentro de um dispositivo de áudio pessoal, e, em particular, com um alojamento de fone de ouvido de um dispositivo de fone de ouvido. O alojamento de fone de ouvido pode também compreender qualquer forma de passagem de fluido configurado para prover um caminho de fluxo de gases restritivo a partir da primeira cavidade para outro volume de ar durante a operação, para ajudar a amortecer ressonâncias e/ou moderar o aumento do grave. Esta implementação é descrita em mais detalhes na seção 5.2.1 deste relatório descritivo.

[00992] O transdutor de áudio desta modalidade compreende um mecanismo de transdução/excitação eletromagnética compreendendo um ímã permanente com peças de polo interna e externa que geram um campo magnético, e um ou mais componentes de transferência de força ou geração, na forma de uma ou mais bobinas, que são operativamente conectadas com o campo magnético. Isso é descrito em detalhes na seção

5.2.1 deste relatório descritivo. Em configurações alternativas desta modalidade, o mecanismo de transdução pode ser substituído por qualquer outro mecanismo adequado conhecido na técnica, incluindo, por exemplo, um mecanismo de transdução piezoelétrico, eletrostática, ou magneto-restritivo, conforme descrito na seção 7 desta modalidade.

[00993] O transdutor de áudio da modalidade P é descrito em relação a um transdutor eletroacústico, tal como um alto-falante. Algumas possíveis aplicações do transdutor de áudio são descritas na seção 8 deste relatório descritivo. Além disso, o transdutor de áudio pode ser implementado em qualquer um dos dispositivos de áudio pessoais descritos na seção 5 deste relatório descritivo ao se substituir o transdutor de áudio do dispositivo com o da modalidade P. Por exemplo, o transdutor de áudio na modalidade P pode ser alojado em qualquer um dos invólucros ou alojamentos descritos nas seções 5.5.2 - 5.2.5 para a modalidade K, W, X e Y respectivamente, ou pode ser incorporado e associado a qualquer outra implementação, modificação ou variação, de dispositivo de áudio pessoal, conforme descrito na seção 5.2.8 deste relatório descritivo.

[00994] Será apreciado que o transdutor de áudio da modalidade P pode, em uma configuração, ser implementado como um transdutor acustoelétrico, como um microfone, como explicado em detalhe na seção 7 do presente relatório descritivo.

[00995] Uma modalidade de transdutor de áudio da invenção pode ser construída para incorporar um ou mais dos seguintes sistemas, estruturas, mecanismos ou conjuntos de modalidade P: o conjunto de diafragma e estrutura, o sistema de suspensão de diafragma, a base do transdutor, o mecanismo de transdução; e/ou o alojamento incluindo as passagens de fluido e/ou propriedade de vedação de vazamento de ar da interface.

1.11 Dispositivo de áudio pessoal e Transdutor de áudio da modalidade W

[00996] As figuras W1-W3 mostram uma modalidade W de dispositivo de áudio da invenção incorporando uma modalidade K do transdutor de áudio. A modalidade W difere do dispositivo de áudio da modalidade K em que um alojamento diferente é usado para acomodar o transdutor de áudio da modalidade K. A descrição de visão geral em relação ao dispositivo de áudio da modalidade K na seção 1.6, além do design do alojamento, desta forma também se aplica a esta modalidade de dispositivo de áudio. Os detalhes do design de alojamento do áudio de modalidade W, incluindo passagens de fluido e capacidade de vedação da interface são descritos em detalhes na seção 5.2.3 deste relatório descritivo.

[00997] Uma modalidade de transdutor de áudio da invenção pode ser construída para incorporar um ou mais dos seguintes sistemas, estruturas, mecanismos ou conjuntos de modalidade W: o conjunto de diafragma e estrutura, o sistema de dobradiça, o sistema de montagem de desacoplamento, a estrutura de base do transdutor e/ou o mecanismo de transdução; e ou o alojamento incluindo as passagens de fluido de vazamento de ar e/ou vedação da interface.

1.12 Dispositivo de áudio pessoal e Transdutor de áudio da modalidade X

[00998] As figuras X1 e X2 mostram uma modalidade X de dispositivo de áudio da invenção incorporando uma modalidade K do transdutor de áudio. A modalidade X difere do dispositivo de áudio da modalidade K em que um alojamento diferente é usado para acomodar o transdutor de áudio da modalidade K. Nesta modalidade, o transdutor de áudio da modalidade K é implementado em um dispositivo de fone de ouvido. A descrição de visão geral em relação ao dispositivo de áudio da modalidade K na seção 1.6, além do design do alojamento, desta forma também se aplica a esta modalidade de dispositivo de áudio. Os detalhes do design de alojamento do áudio de modalidade X, incluindo passagens

de fluido e capacidade de vedação da interface são descritos em detalhes na seção 5.2.4 deste relatório descritivo.

[00999] Uma modalidade de transdutor de áudio da invenção pode ser construída para incorporar um ou mais dos seguintes sistemas, estruturas, mecanismos ou conjuntos de modalidade X: o conjunto de diafragma e estrutura, o sistema de dobradiça, o sistema de montagem de desacoplamento, a estrutura de base do transdutor e/ou o mecanismo de transdução; e ou o alojamento incluindo as passagens de fluido de vazamento de ar e/ou vedação da interface.

1.12 Transdutor de áudio da modalidade Y

[001000] As figuras Y1-Y4 mostram uma modalidade Y de dispositivo de áudio com uma modalidade Y do transdutor de áudio da invenção. O transdutor de áudio da modalidade Y é um transdutor de áudio de ação linear, similar ao da modalidade P, que compreende um conjunto de diafragma Y117 acoplado de forma linear a uma base do transdutor Y224 através de um sistema de suspensão de diafragma. O conjunto de diafragma compreende uma estrutura de diafragma substancialmente rígida. As características desta estrutura do diafragma são descritas em detalhes na seção 5.2.5 deste relatório descritivo. A estrutura do diafragma pode ser substituída por qualquer outra estrutura do diafragma descrita nas seções 2.2 e 2.3 deste relatório descritivo, por exemplo qualquer uma das estruturas do diafragma descritas em relação ao transdutor de áudio da modalidade G. A base do transdutor compreende uma geometria compacta e substancialmente rígida projetada em conformidade com o design preferido descrito na seção 6 do presente relatório descritivo. Nesta modalidade, a base forma uma parte do alojamento. Uma descrição detalhada da base do transdutor também é provida na seção 5.2.5 do presente relatório descritivo.

[001001] Como observado, o conjunto de diafragma Y117 é acoplado de forma linear à base do transdutor através de um sistema de suspensão

de diafragma. Nesta modalidade, um sistema de suspensão de fluido ferromagnético é usado como descrito na seção 5.2.5. Em configurações alternativas da presente modalidade, qualquer um dos sistemas de suspensão descritos na seção 2.2, em relação à modalidade G pode ser utilizado em vez disso.

[001002] Também, conforme descrito em detalhes na seção 5.2.5 deste relatório, in situ, o conjunto de diafragma acomodado dentro do alojamento compreende uma periferia externa que é substancialmente livre de conexão física com um interior do alojamento. Em configurações alternativas desta modalidade, no entanto, o conjunto de diafragma pode não ter uma periferia externa que é substancialmente livre de conexão física com o alojamento associado in situ.

[001003] Como mostrado na figura Y2 e Y4, o transdutor de áudio da modalidade Y de preferência está alojado dentro de um envoltório do dispositivo configurado para acomodar o transdutor. O alojamento pode ser de qualquer tipo necessário para a construção de um determinado dispositivo de áudio, dependendo da aplicação. Na implementação preferencial desta modalidade, o transdutor de áudio é alojado dentro de um dispositivo de áudio pessoal, e, em particular, com um casco de headphone de um dispositivo de headphone. O casco de headphone pode também compreender qualquer forma de passagem de fluido configurado para prover um caminho de fluxo de gases restritivo a partir da primeira cavidade para outro volume de ar durante a operação, para ajudar a amortecer ressonâncias e/ou moderar o aumento do grave. Esta implementação é descrita em mais detalhes na seção 5.2.5 deste relatório descritivo.

[001004] Um sistema de montagem de desacoplamento Y204 é provido para montar o transdutor de áudio no envoltório. O sistema de montagem de desacoplamento da modalidade Y é descrito em detalhes na seção 5.2.5 deste relatório descritivo e é semelhante ao descrito em relação

à modalidade U, na seção 4.2.3. Em configurações alternativas desta modalidade, o sistema de montagem de desacoplamento pode ser substituído por qualquer outro sistema de montagem de desacoplamento descrito no relatório descritivo incluindo, por exemplo: o sistema de montagem de desacoplamento descrito na seção 4.2.3 para a modalidade U; ou qualquer outro sistema de montagem de desacoplamento que possa ser concebidos em conformidade com os princípios de design descritos na seção 4.3 do presente relatório descritivo.

[001005] O transdutor de áudio desta modalidade compreende um mecanismo de transdução/excitação eletromagnética compreendendo um ímã permanente com peças de polo interna e externa que geram um campo magnético, e um ou mais componentes de transferência de força ou geração, na forma de uma ou mais bobinas, que são operativamente conectadas com o campo magnético. Isso é descrito em detalhes na seção 5.2.5 deste relatório descritivo. Em configurações alternativas desta modalidade, o mecanismo de transdução pode ser substituído por qualquer outro mecanismo adequado conhecido na técnica, incluindo, por exemplo, um mecanismo de transdução piezoelétrico, eletrostática, ou magneto-restritivo, conforme descrito na seção 7 desta modalidade.

[001006] O transdutor de áudio da modalidade Y é descrito em relação a um transdutor eletroacústico, tal como um alto-falante. Algumas possíveis aplicações do transdutor de áudio são descritas na seção 8 deste relatório descritivo. Além disso, o transdutor de áudio pode ser implementado em qualquer um dos dispositivos de áudio pessoais descritos na seção 5 deste relatório descritivo ao se substituir o transdutor de áudio do dispositivo com o da modalidade Y. Por exemplo, o transdutor de áudio na modalidade Y pode ser alojado em qualquer um dos invólucros ou alojamentos descritos nas seções 5.5.1 - 5.2.4 para a modalidade P, K, W, e X respectivamente, ou pode ser incorporado e associado a qualquer outra

implementação, modificação ou variação, de dispositivo de áudio pessoal, conforme descrito na seção 5.2.8 deste relatório descritivo.

[001007] Será apreciado que o transdutor de áudio da modalidade Y pode, em uma configuração, ser implementado como um transdutor acustoelétrico, como um microfone, como explicado em detalhe na seção 7 do presente relatório descritivo.

[001008] Uma modalidade de transdutor de áudio da invenção pode ser construída para incorporar um ou mais dos seguintes sistemas, estruturas, mecanismos ou conjuntos de modalidade Y: o conjunto de diafragma e estrutura, o sistema de suspensão de diafragma, a base do transdutor, o mecanismo de transdução; o sistema de montagem de desacoplamento e/ou o alojamento incluindo as passagens de fluido e/ou propriedade de vedação de vazamento de ar da interface.

ESTRUTURAS DE DIAFRAGMA RÍGIDAS E CONJUNTOS E TRANSDUTORES DE ÁUDIO INCORPORANDO AS MESMAS

2.1 Introdução

[001009] Apesar de uma geometria típica de cone ou cúpula de diafragma fornecer rigidez na direção de pistão primária, não é possível que uma geometria de membrana fina resista eficazmente a todos os possíveis modos de ressonância somente com sua rigidez, de modo que estes modos são, em vez disso, "controlados", por exemplo, através da minimização de excitação, ou de aplicação de amortecimento. Materiais rígidos e geometrias podem ser empregados para combater ressonâncias bem equilibradas em alguns casos, mas, como o diafragma é uma membrana, o design não serve para atingir comportamento livre de ressonância sobre toda a largura de banda operacional, e portanto, há quase sempre um elemento de controle de ressonância no processo de design por trás dos melhores alto-falantes.

[001010] Existe uma grande variedade de diferentes designs de alto-falante, incluindo alguns com diafragmas grossos do tipo rígido em

oposição a membranas finas, que são os mais comuns. Construções de diafragma grossas são destinadas a mitigar alguns dos problemas de ressonância mecânica observados em diafragmas de membrana fina. No entanto, em frequências ressonantes, diafragmas de design grosso podem apresentar tensão/compressão externas ou cisalhamento por tensão internos que fazem com que o diafragma deforme-se, afetando dessa forma a qualidade de transdução de som.

[001011] A seguir, descreve-se novas estrutura do diafragma e conjuntos de transdutor de áudio incorporando as mesmas, que centram-se no uso do princípio da rigidez para empurrar modos de ressonância de diafragma até as frequências relativamente altas que estão, de preferência, fora da FRO do transdutor de áudio para melhorar o funcionamento e a qualidade do transdutor.

2.2 Configuração de Diafragma Rígido

[001012] Várias configurações de estrutura do diafragma agora serão descritas com referência a alguns exemplos.

2.2.1 Estrutura de Diafragma da Configuração R1

[001013] Uma configuração de estrutura de diafragma da invenção, projetada para se relacionar a deformação por cisalhamento e outros problemas será agora descrita com referência a um primeiro exemplo mostrado nas figuras A1, A2 e A15. Muitas variações em formato, material, densidade, massa e/ou outras propriedades desta estrutura do diafragma são possíveis e algumas variações serão descritas e ilustradas através de outros exemplos, mas sem limitação. Esta configuração de estrutura do diafragma irá aqui ser referida como a configuração de estrutura do diafragma R1 por uma questão de concisão. A estrutura do diafragma está configurada para uso em um conjunto de transdutor de áudio. Por uma questão de clareza, vários elementos alternativos e/ou características preferenciais da estrutura do diafragma de configuração R1 serão descritos com referência a vários diferentes exemplos em primeiro lugar, em seguida,

a implementação destes exemplos em um transdutor de áudio também será descrita.

[001014] Referindo-se à figura A15 e A2g, a estrutura do diafragma A1300 de configuração R1 compreende uma construção de diafragma de sanduíche. Esta estrutura do diafragma A1300 consiste em um corpo de diafragma/núcleo substancialmente leve A208 e um reforço de estresse normal externo A206/A207 acoplado ao corpo do diafragma adjacente a pelo menos uma das faces principais A214/A215 do corpo do diafragma para resistir a estresses de compressão-tensão sofridos na ou adjacentes à face do corpo durante a operação. O reforço de estresse normal A206/A207 pode ser acoplado externo ao corpo e sobre pelo menos uma face, e preferencialmente pelo menos uma face principal A214/A215 (como no exemplo ilustrado), ou, alternativamente, dentro do corpo, diretamente adjacente e substancialmente próximo a pelo menos uma face principal A214/A215 de modo a resistir de maneira suficiente aos estresses de compressão-tensão durante a operação. De preferência, o reforço de estresse normal A206/A207 é orientado aproximadamente paralelo em relação a, pelo menos, uma superfície ou face principal A214/A215 e estende-se dentro de uma porção substancial da área definida por cada face associada. Neste exemplo, e como preferido para a configuração R1, o reforço de estresse normal compreende um membro de reforço A206/A207 em cada uma das faces frontal e posterior principais opostas A214/A215 do corpo do diafragma A208 para resistir a estresses de compressão-tensão sofridos pelo corpo durante a operação. Salvo indicação em contrário, a referência a uma face principal ou superfície principal de um corpo do diafragma deve ser entendido como uma superfície ou face externa do corpo que contribui significativamente para a geração de pressão de som (no caso de um transdutor eletroacústico) ou que contribui de forma significativa para o movimento do corpo do diafragma em resposta à pressão de som (no caso de um transdutor acustoelétrico) durante a

operação, quando incorporada em um transdutor de áudio. Uma superfície ou face principal não é necessariamente a maior face ou superfície do corpo do diafragma.

[001015] Como mostrado na figura A2g, a estrutura de diafragma A101 ainda compreende pelo menos um membro de reforço interno A209 incorporado dentro do núcleo e orientado em um ângulo em relação a pelo menos uma dentre as faces principais A214/A215 para resistir e/ou substancialmente mitigar a deformação por cisalhamento sofrida pelo corpo durante a operação. Neste exemplo, e como preferencial para a configuração R1, o pelo menos um membros de reforço interno é/são orientados substancialmente paralelos a um plano sagital A217 do corpo do diafragma. O pelo menos um membro de reforço interno pode também ser substancialmente perpendicular em relação a; uma borda periférica de uma face principal do corpo de diafragma que é distal e/ou mais distante a partir de uma região de base A222 da estrutura do diafragma. Neste relatório descritivo, salvo indicação em contrário, uma região de base A222 ou da estrutura do diafragma deve ser entendida como uma região onde um conjunto de diafragma A101 incorporando a estrutura do diafragma apresenta um centro de massa aproximado A218. Em algumas modalidades, a região de base também pode ser uma região que é configurada para acoplar parte de um mecanismo de excitação (e.g. uma estrutura de base do diafragma). O(s) membro(s) de reforço interno(s) A209 é/são preferencialmente anexado(s) a um ou mais dos membros de reforço de estresse normal externos A206/A207 (preferencialmente em ambos os lados – ou seja, em cada face principal). O(s) membro(s) de reforço interno(s) atua(m) para resistir e/ou mitigar a deformação por cisalhamento sofrida pelo corpo durante a operação. Preferencialmente, há uma pluralidade de membros de reforço internos A209 distribuídos dentro do núcleo do corpo do diafragma.

[001016] O corpo do diafragma ou núcleo A208 é formado de um material que compreende uma estrutura interconectada que varia em três dimensões. O material de núcleo é, preferencialmente, uma espuma ou um material estruturado em treliça tridimensional ordenado. O material do núcleo pode compreender um material composto. Preferencialmente, o material do núcleo é espuma de poliestireno expandida. Materiais alternativos incluem espuma de polimetil metacrilamida, 35 espuma de cloreto de polivinila, espuma de poliuretano, espuma de polietileno, espuma de Aerogel, papelão corrugado, madeira balsa, espumas sintáticas, microrredes de metal e favos de mel. Neste exemplo, o núcleo A208 compreende uma pluralidade de partes centrais conectadas uma ao outro e tendo uma ou mais (de preferência uma pluralidade de) membros de reforço interno A209 localizados entre esses quando a estrutura do diafragma é montada. Em modalidades alternativas, o núcleo A208 compreende uma peça única, com um ou mais membros de reforço interno incorporados em si.

[001017] Esta construção provê melhorado comportamento de rompimento através de interações sinérgicas entre os componentes. Cargas de tensão e/ou compressão associadas com os modos de ressonância de ruptura do diafragma primário/principal/de grande escala são, principalmente suportadas pelo reforço de estresse normal externo, que tem significativa e máxima separação física entre os membros na forma preferencial (isto é, a separação entre os membros de reforço de estresse normal externos em cada uma das faces principais é a espessura total do corpo do diafragma), de modo que, devido ao princípio de viga em I, a rigidez para dobra do diafragma é aumentada. Cisalhamento associado com tais modos é, principalmente suportado por membros de reforço interno. Os membros de reforço interno também agem para transferência de cargas de cisalhamento em áreas de grandes dimensões de dito núcleo de espuma, contribuindo assim para apoiá-la contra modos de ressonância

em blob da espuma localizados. O núcleo de espuma age para minimizar flambagem ressonâncias transversais localizadas de ditos reforços de estresse normal e membros de reforço interno anti-cisalhamento.

[001018] A configuração R1 da estrutura do diafragma será agora descrita mais detalhadamente com referência a vários exemplos, entretanto, apreciar-se-á que a invenção não se destina a ser limitada a estes exemplos. A menos que indicado de outra maneira, referências para a estrutura de diafragma da configuração R1 nesta especificação deverão ser interpretadas como significando qualquer uma das seguintes estruturas do diafragma exemplares descritas, ou qualquer outra estrutura que compreenda o recursos de design descritos acima.

[001019] Um exemplo preferido de uma estrutura de diafragma da configuração R1 mostrada no transdutor de áudio de modalidade A de Figuras A1, A2 e A15 (uma ação rotacional do diafragma com escoras). A figura A1 mostra uma modalidade de transdutor de áudio, doravante referida como a modalidade A de transdutor de áudio da invenção, a incorporando uma estrutura do diafragma de configuração R1. O transdutor de áudio compreende uma membrana A101 que está suspensa em uma estrutura de base do transdutor A115. Nesta modalidade em particular, o transdutor de áudio compreende um conjunto de diafragma A101 que é acoplado de forma rotativa à estrutura de base A115, no entanto, será apreciado que a estrutura do diafragma de configuração R1 pode ser usada em um design alternativo de transdutor de áudio, tal como um transdutor de ação linear. A figura A2 mostra o conjunto de diafragma A101 incorporando uma estrutura do diafragma A1300 de configuração R1 e uma estrutura de base do diafragma A222 rigidamente acoplada à região de base A222 ou uma face de extremidade da estrutura do diafragma A1300. A estrutura de base de diafragma compreende um componente gerador de força A109 e parte de um conjunto de dobradiça/ sistema de suspensão A111. Um conjunto de diafragma incorporando a estrutura do diafragma de

configuração R1 pode aqui ser referido como um conjunto de diafragma de configuração R1. A figura 15 mostra a estrutura de diafragma A1300. Esta estrutura do diafragma A1 300 compreende um único diafragma composto de um núcleo substancialmente leve A208 reforço de estresse normal externo A206 e A207 membros de reforço interno A209.

[001020] Para lidar com os problemas de dobra e cisalhamento de núcleo de diafragma, como descrito na seção plano de fundo, o diafragma combina reforço de estresse normal (compressão-tensão) A206, A207 juntamente com ou logo ao lado das faces principais A214, A215 do corpo e dos membros de reforço contra tensão de cisalhamento A209 incorporados ao material de núcleo do corpo A208. Neste exemplo, o reforço de estresse normal compreende escoras externas A206, A207 nas faces principais frontais e traseiras A214, A215 do núcleo do corpo do diafragma A208. Em configurações alternativas, as escoras de reforço de estresse normal A206 e A207 podem ser localizadas embaixo, mas ainda suficientemente perto das faces principais frontal e traseira A214, A215 para manter separação suficiente para resistir a deformação de tensão-compressão do uso. Os membros de reforço interno A209 são incorporados dentro do núcleo. Os membros de reforço interno A209 são separados do material do núcleo A208 e criam, assim, uma descontinuidade no corpo do diafragma. Na configuração preferencial, os membros de reforço interno A209 são inclinado em relação às faces principais de tal forma que eles podem suficientemente resistir a deformação por cisalhamento em uso. Preferencialmente, o ângulo está entre 40 graus e 140 graus, ou, mais preferencialmente, entre 60 e 120 graus, ou, até mesmo mais preferencialmente, entre 80 e 100 graus, ou, mais preferencialmente, em aproximadamente 90 graus em relação às faces principais. Os membros de reforço interno A209 são aproximadamente ortogonais ao plano coronal corpo do diafragma A213. Os membros de reforço interno A209 são, de preferência, aproximadamente paralelos à sagital do corpo do diafragma.

Reforço de estresse normal

[001021] Com relação às figuras A2 e A15, neste exemplo, o corpo do diafragma A208 compreende pelo menos uma face principal substancialmente suave A214/A215, e o reforço de estresse normal compreende pelo menos um membro de reforço A206/207 que se estende ao longo de uma de ditas faces principais substancialmente suaves. Cada membro de reforço A206/A207 estende-se ao longo de uma porção substancial ou completa da área da(s) face(s) principal(s) correspondente(s), ou, em outras palavras, o membro de reforço se estende ao longo de uma porção substancial ou completa de cada dimensão da face principal correspondente. Em modalidades alternativas, membro de reforço de estresse normal pode estender-se apenas parcialmente ao longo de uma ou mais dimensões da face principal correspondente.

Forma do Reforço de estresse normal

[001022] A face principal suave do corpo do diafragma A208 pode ser uma face plana ou, alternativamente, uma face suave curva (que se estende em três dimensões). Cada membro de reforço de estresse normal A206/A207 compreende uma ou mais placas de reforço substancialmente suaves A206/A207 com um perfil correspondente à face principal associada e configuradas para se acoplarem sobre ou diretamente adjacentes à face principal associada do corpo do diafragma A208. A placa de reforço A206/A207 pode compreender qualquer perfil ou formato necessário para a obtenção de suficiente resistência estresses de compressão-tensão sofridos em ou adjacentes à face correspondente do corpo durante a operação, e a invenção não se destina a ser limitada a qualquer perfil. Por exemplo, cada placa de reforço pode ser sólida, pode ser formada a partir de uma série de escoras, de uma rede de escoras cruzando entre si, ou pode ser perfurada ou recuada em algumas áreas. A periferia de cada placa A206/A207 pode ser suave ou pode ser entalhada.

[001023] No exemplo mostrado nas figuras A1 e A2, cada membro de reforço de estresse normal compreende uma pluralidade de escoras alongadas ou longitudinais A206/A207 se estendendo ao longo da face principal correspondente do corpo do diafragma A208. Uma primeira série/grupo de escoras espaçadas e substancialmente paralelas A207 providas em cada face principal A214, A215 são configuradas para estenderem substancialmente no sentido longitudinal ao longo da face principal correspondente. O membro de reforço de estresse normal compreende adicionalmente uma ou mais escoras A206 (de preferência, um par de escoras) que se estendem em um ângulo em relação ao eixo longitudinal da face principal correspondente e/ou em relação de grupo de escoras paralelas A207. O par de escoras A206 são inclinadas em relação uma à outra, de preferência substancialmente ortogonalmente, e por exemplo, estendem-se na diagonal através da face principal associada/sobre as escoras paralelas A207. O membro de reforço de estresse normal nesta modalidade compreende, portanto, uma rede de escoras relativamente angulares que se estendem ao longo de uma porção substancial da face principal correspondente. Será apreciado que uma rede de duas ou mais escoras podem ser providas em diferentes orientações relativas em outras configurações alternativas, desde que cubram ou se estendam suficientemente ao longo da face principal correspondente para resistir suficientemente os estresses de tensão-compressão em dita face. Este exemplo em particular é preferível em termos de desempenho devido à baixa inércia do diafragma e alta rigidez. As escoras A206 podem ser formadas integralmente com as escoras A207 ou elas podem ser formadas separadamente e rigidamente acopladas entre si através de qualquer método adequado conhecido na técnica da engenharia mecânica.

[001024] O membro de reforço de estresse normal em cada face pode compreender uma região de massa reduzida, em uma ou mais áreas que se estendem para longe e/ou são mais distais a partir de uma região de

base A222 da estrutura do diafragma. Por exemplo, as escoras de reforço de estresse normal A206 e A207 em cada face A214, A215 reduzem em espessura e/ou largura conforme se estendem para fora da região de base A222 da estrutura do diafragma A1300. Em outras palavras, as escoras de reforço de estresse normal A206/A207 compreendem uma espessura e/ou largura reduzida em regiões distais da região de base A222 da estrutura em relação à espessura e/ou largura, nas regiões próximas da região de base. Neste exemplo, as escoras de reforço de estresse normal A206 e A207 reduzem em largura, nos locais A216, como visto na Figura A2b. A redução na largura é escalonada A216 no entanto, alternativamente, pode ser cônica/gradual. Será apreciado que escoras com espessura uniforme, largura e/ou massa ao longo de seu comprimento também são possíveis dentro do diafragma de configuração R1.

Conexão de reforço de estresse normal

[001025] O membro de reforço de estresse normal A206/A207 pode ser rigidamente acoplado/fixo à face principal correspondente do corpo do diafragma A208 através de qualquer método adequado conhecido na técnica de engenharia mecânica. Neste exemplo, cada membro de reforço de estresse normal A206/A207 é ligado à face principal correspondente do corpo do diafragma por meio de camadas relativamente finas de adesivo, tal como adesivo epóxi, por exemplo. Isto teria o efeito de reduzir significativamente o peso total da estrutura do diafragma.

[001026] Neste exemplo, as escoras A207 conectam-se diretamente ao interior dos membros de reforço interno A209 de modo que ambas as deformações por tensão/compressão e cisalhamento, respectivamente, são resistidas sem fonte significativa de complacência intermediária. As duas escoras diagonais A206, por face A214/A215, do reforço de estresse normal A206 estão ligadas à superfície de uma face de diafragma. Eles se anexam de forma segura onde cruzam as escoras de reforço de estresse normal A207.

[001027] Todas as escoras A206 e A207 também conectam-se com segurança a um dos longos lados dos enrolamentos de bobina A204 neste exemplo. Todo reforço é bem conectado ao núcleo de diafragma A208, com muita sobreposição provida de modo a minimizar a conformidade associada a essas conexões. Estas peças de diafragma são coladas uma à outra através de um adesivo, tais como resina epóxi, no entanto, outros métodos de fixação (por exemplo, fixadores, soldagem, etc.) bem conhecidos na técnica, também podem ser usados.

[001028] Cuidados devem ser tomados para evitar anexos soltos, partes soltas do corpo do diafragma, etc., uma vez que estes podem chacoalhar em uso, assim, gerando ruídos e harmônicos indesejados.

Material de Reforço de Estresse Normal

[001029] Cada membro de reforço de estresse normal A206/A207 é formado a partir de um material com um módulo específico relativamente alto comparado a um material plástico não composto. Exemplos de materiais adequados incluem um metal, como o alumínio, uma cerâmica, tal como óxido de alumínio, ou uma fibra com alto módulo, tal como plástico reforçado com fibra de carbono. Outros materiais podem ser incorporados em outras modalidades. Neste exemplo, as escoras de reforço de estresse normal A206 e A207 são feitas a partir de um plástico reforçado com fibra de carbono com alto módulo anisotrópica, tendo um módulo de Young de aproximadamente 450GPa, uma densidade de cerca de 2000kg/m³ e um módulo de elasticidade específico de cerca de 225 MPa/(kg/m³) (todos os valores, incluindo os aglutinantes de matriz). Um material alternativo também pode ser usado, no entanto, para ser suficientemente eficaz para resistir deformação, o módulo de elasticidade específico é, de preferência, pelo menos, 8 MPa/ (kg/m³), ou mais de preferência, pelo menos 20 MPa/ (kg/m³), ou mais de preferência, pelo menos, 100 MPa/ (kg/m³).

[001030] Também é preferível que o material de reforço tenha uma densidade maior do que o material de núcleo do corpo do diafragma A208,

por exemplo, pelo menos, 5 vezes maior. Mais preferencialmente, o material do reforço de estresse normal tem pelo menos 50 vezes a densidade do material de núcleo. Ainda mais preferencialmente, o material do reforço de estresse normal tem pelo menos 100 vezes a densidade do material de núcleo. Isto significa que existe uma concentração de massa em direção às faces principais, o que melhora a resistência aos principais modos de ressonância que dobram da mesma forma que o momento de inércia de um feixe é melhorado pela utilização de um perfil em 'I' em vez de um retângulo sólido. Será apreciado em formas alternativas que o reforço de estresse normal tem um valor de densidade que está fora desses intervalos.

[001031] Neste exemplo, materiais adequados para uso no reforço de estresse normal podem incluir plástico reforçado com alumínio, berílio e boro. Muitos metais e cerâmicas são adequados. O módulo de Young das fibras sem o aglutinante de matriz é 900GPa. De preferência, as escoras são feitas de um material anisotrópico, tal como plástico reforçado de fibra, e, de preferência, o módulo de Young das fibras que compõem o composto é maior do que 100GPa, e mais, de preferência, maior que 200GPa e ainda mais de preferência, maior que 400GPa. De preferência, as fibras são colocadas em uma orientação substancialmente unidirecional através de cada escora e colocadas substancialmente na mesma orientação que o eixo longitudinal da escora associada para maximizar a rigidez que a escora provê na direção de orientação.

Espessura de Reforço de Estresse Normal

[001032] A espessura do reforço de estresse normal pode ser uniforme ao longo de/em uma ou mais dimensões do reforço, ou, alternativamente, pode ser variável ao longo de/através de uma ou mais dimensões.

Algumas Variações Possíveis de Reforço de Estresse Normal

[001033] As figuras A8, A9, A10, A11 e A12 mostram algumas variações possíveis para a forma da estrutura de diafragma do reforço de estresse normal da configuração R1. Estas são descritas abaixo, mas será apreciado que a invenção não se destina a ser limitada a estas variações particulares. Outras variações podem ser descritas em outras seções deste relatório descritivo e/ou variações que seriam previstas por aqueles versados na técnica relevante também devem ser incluídas no escopo da invenção. Outras propriedades do diafragma, incluindo material de reforço, espessura do reforço e/ou tipo de conexão do reforço, como no exemplo acima da configuração R1 são igualmente aplicáveis às seguintes variações de reforço de estresse normal.

[001034] Como descrito acima, o reforço de estresse normal do diafragma de configuração R1 pode compreender qualquer combinação de placas, lâminas e/ou escoras etc. para cobrir, ou se estender ao longo ou próximo à superfície de uma face principal para resistir à deformação por tensão-compressão.

[001035] Uma variação da forma de reforço de estresse normal da estrutura do diafragma A1300 de configuração R1 é mostrada na Figura A8. Neste exemplo, o reforço de estresse normal A801 compreende uma lâmina ou chapa substancialmente sólida e fina, substancialmente, abrangendo toda uma porção de cada uma das face principais A214, A215 do corpo do diafragma. Esta variação também tem membros de reforço interno A209 dentro do núcleo do corpo do diafragma.

[001036] Outra variação é mostrada na Figura A9. Neste exemplo, a estrutura do diafragma A1300 compreende reforço de estresse normal A901 que é semelhante reforço de estresse normal A801 mostrado na Figura A8, exceto que, pelo menos, para uma (mas da preferência cada uma) face principal da estrutura do diafragma que incorpora o reforço de estresse normal, o reforço de estresse normal é omitido ou próximo a uma ou mais regiões de borda periféricas da face principal, localizada distal da

região de base A222 da estrutura do diafragma. O reforço de estresse normal é, no mínimo, omitido ou próximo a uma ou mais regiões de borda periféricas, que são regiões distais da região de base A222 da estrutura do diafragma (e.g. a região de centro de massa do conjunto de diafragma e/ou mecanismo de excitação). Neste exemplo, várias regiões desconectadas A902 são desprovidas de reforço ao longo de e/ou ao lado de uma região de borda periférica da face principal, que se opõe a e/ou é mais distal de uma região de base A222 do corpo de diafragma configurado para acoplar parte de um mecanismo de excitação em uso (i.e. mais distal da armação de base do diafragma). As regiões A902 desprovidas de reforço, são preferencialmente localizadas substancialmente entre membros de reforço interno A209. A região de borda A902 de cada face principal é desprovida de reforço (perto da ponta/extremidade terminal da estrutura do diafragma) está no formato de três arcos, embora muitos outros formatos poderiam ser suficiente, tais como retangular, anular ou triangular, por exemplo. Neste exemplo, para cada face principal com reforço de estresse normal, a estrutura do diafragma também é desprovida de reforço de estresse normal em regiões de borda periféricas longitudinais opostas em ou adjacentes às bordas laterais da face principal estendendo-se entre a região de base A222 do corpo de diafragma e as extremidades terminais opostas. Neste exemplo cada região de borda lateral de cada face principal dentro da qual o reforço de estresse normal é omitido está em formato de uma linha reta ou é substancialmente linear, apesar de que muitos outros formatos poderiam ser suficiente, tal como um formato de serpentina, por exemplo. A Figura D1, por exemplo, mostra uma variação semelhante ao reforço de estresse normal D109-D111, em que o reforço de estresse normal é omitido em regiões D118-D120 de cada uma das principais faces de cada estrutura de diafragma no conjunto de diafragma D101, em ou perto da borda periférica livre da face principal distal da base da estrutura do diafragma. Para cada estrutura de diafragma, uma seção central arqueada de cada

face principal é destituída de estresse normal e tem um formato semi-circular e duas outras seções destituídas de ambos os lados da seção central estendem-se até as respectivas bordas laterais do diafragma.

[001037] A figura A10 mostra outra variação semelhante do reforço de estresse normal da configuração R1, em que uma região A1002 é destituída de reforço de estresse normal na face principal. Nesta variação, a região A1002 é substancialmente semi-circular e estende-se por uma porção substancial da largura do reforço A1001. As regiões de borda A1003 de cada face principal da estrutura do diafragma em ou próximas a ambos os lados de cada face são também destituídas de reforço de estresse normal em forma linear semelhante à variação da figura A9. A região A1002 pode não ser arqueada e/ou regiões A1003 podem não ser lineares em modalidades alternativas conforme a variação da Figura A9.

[001038] A Figura A11 mostra uma outra variação semelhante à variação de lâmina da figura A8, exceto que o reforço de estresse normal em cada face principal compreende uma espessura reduzida em uma região A1102 do reforço de estresse normal (ou das faces principais associadas) que é distal à região de base A222 da estrutura do diafragma, em relação à espessura em uma região próxima à base da estrutura do diafragma. A alteração na espessura reduz na etapa A1103. A espessura pode ser escalonada ou, alternativamente, cônica/gradual. Nesta variação, a região da estrutura do diafragma de espessura reduzida A1102 a cada face principal é aquela face principal mais próxima à região de ponta/borda da face principal que é mais distal da região de base A222 da estrutura do diafragma. É importante notar que a estrutura do diafragma mostrada neste exemplo não é, necessariamente, uma estrutura de configuração R1 (como ela só pode, opcionalmente, compor membros de reforço interno, conforme descrito em maior detalhe na seção 1.6 abaixo), no entanto, é incluída aqui com o objetivo de ilustrar uma possível variação da forma de reforço de estresse normal que pode ser empregada na configuração R1.

[001039] Outra variação é mostrada na Figura A12. Esta variação é semelhante ao exemplo descrito acima, com referência às figuras A1 e A2, em que uma série de escoras A1201 e A1202 são utilizadas para formar o reforço de estresse normal em cada face do diafragma. Nesta modalidade, as escoras A1202 estendem-se longitudinalmente adjacentes, mas ligeiramente espaçadas dos lados opostos do corpo do diafragma de cada uma das faces principais e as escoras A1202 estendem-se, na diagonal, por cada face principal para formar uma única cinta transversal que se estende até as extremidades as escoras de lado oposto A1202. As escoras A1201 compreendem uma espessura reduzida ao longo de uma seção de seu comprimento, que é distal da região de base da estrutura do diafragma (e.g. região configurada para acoplar um mecanismo de excitação). A variação na espessura é escalonada A1203, mas, alternativamente, pode ser cônica/gradual. No entanto, em modalidades alternativas, cada escora A1202 pode compreender uma largura reduzida ou uma massa reduzida, ou pode ter uma espessura, largura e/ou massa uniformes ao longo de uma porção inteira de seu comprimento.

Reforço interno/estresse por cisalhamento

[001040] Como mencionado acima, a estrutura do diafragma de configuração R1 inclui pelo menos um membro de reforço interno A209 (também referido como reforço de estresse por cisalhamento) incorporado/retido no material de núcleo e entre um par de faces principais opostas A214 e A215 do corpo do diafragma A208. Neste exemplo, uma pluralidade de membros de reforço interno A209 são mantidos dentro do material de núcleo do corpo do diafragma. Será apreciado que qualquer número de membros A209 pode ser utilizado para alcançar o nível necessário de resistência a estresse por cisalhamento. Em modalidades alternativas, apenas um único membro pode ser retido dentro do corpo A208.

[001041] Neste exemplo, cada um dos pelo menos um membro de reforço interno A209 é separado do e acoplado ao material de núcleo do corpo do diafragma para prover resistência à deformação por cisalhamento no plano do reforço de estresse separado de qualquer resistência a cisalhamento provida pelo material de núcleo. Também, cada um dos pelo menos um membro de reforço interno A209 se estende dentro do material de núcleo A208 em um ângulo em relação a pelo menos uma de ditas faces principais suficiente para resistir à deformação por cisalhamento durante a operação. Preferencialmente, o ângulo está entre 40 graus e 140 graus, ou, mais preferencialmente, entre 60 e 120 graus, ou, até mesmo mais preferencialmente, entre 80 e 100 graus, ou, mais preferencialmente, em aproximadamente 90 graus em relação às faces principais. Neste exemplo, cada membro de reforço interno A209 se estende substancialmente paralelo ao plano sagital do corpo do diafragma A208 e aproximadamente ortogonal ao par de faces principais opostas e aos membros de reforço de estresse normal A206/A207. Ter reforços substancialmente ou aproximadamente ortogonais maximiza a resistência à força de cisalhamento.

Forma de Reforço de Estresse por Cisalhamento

[001042] Neste exemplo, cada membro de reforço interno A208 é uma placa A209. A placa pode compreender qualquer perfil ou formato necessário para alcançar o nível desejado de resistência a estresses por cisalhamento no corpo do diafragma A208 durante a operação. Por exemplo, cada membro de reforço interno pode ser uma placa, a placa pode ser sólida ou perfurada em algumas áreas, ou pode ser formada a partir de uma série de escoras, de uma rede de escoras cruzando entre si. A periferia de cada membro A209 pode ser suave ou pode ser entalhada. Neste exemplo, cada membro de reforço para estresse compreende uma placa A209 que é substancialmente sólida. As placas A209 estendem-se substancialmente espaçadas (de preferência, mas não necessariamente,

uniformemente espaçadas) e de forma paralela em relação entre si, dentro do material de núcleo, na forma em conjunto da estrutura do diafragma A101. Cada placa A209 tem um perfil ou formato similar a um formato de seção transversal do corpo do diafragma A208 e, em particular, a um formato através de uma seção transversal sagital do corpo do diafragma A208. Alternativamente, cada membro de reforço interno A209 compreende uma rede de escoras coplanares. Além disso, em outras modalidades, as placas e/ou escoras podem estender-se por três dimensões dentro do material de núcleo.

[001043] Cada membro de reforço interno A209 se estende substancialmente em direção a uma ou mais regiões periféricas do corpo do diafragma A208 mais distal da região de base da estrutura do diafragma (e.g. local que apresenta um centro de massa de um corpo do diafragma quando o diafragma é juntado a este). Neste exemplo, esta região distal é afunilada na extremidade terminal do corpo do diafragma A208.

Material de Reforço de estresse por Cisalhamento

[001044] Cada membro de reforço de estresse A209 é formado a partir de um material com um módulo específico relativamente alto comparado a um material plástico não composto. Exemplos de materiais adequados incluem um metal, como o alumínio, uma cerâmica, tal como óxido de alumínio, ou uma fibra com alto módulo, tal como plástico compósito reforçado com fibra de carbono.

[001045] De preferência cada membro de reforço interno é formado a partir de um material com um módulo específico máximo relativamente alto, por exemplo, de preferência, pelo menos, 8 MPa/ (kg/m³), ou mais, de preferência, pelo menos 20 MPa/ (kg/m³). Muitos metais, cerâmicas ou plástico reforçado de fibra com alto módulo são adequados. Por exemplo, o membro de reforço interno pode ser formado a partir de alumínio, berílio ou plástico reforçado com fibra de carbono.

[001046] Preferencialmente, o membro de reforço interno tem um alto módulo em direções aproximadamente +45 graus e -45 graus em relação a um plano coronal do corpo do diafragma A213. Se o membro de reforço interno é anisotrópico, então a tensão de compressão de preferência é resistida a aproximadamente +-45 graus em relação ao plano coronal, por exemplo, se é fibra de carbono então de preferência, pelo menos, algumas das fibras são orientadas em um ângulo de +-45 graus para o plano coronal. Observe que, em alguns designs de diafragma, podem haver regiões de reforço interno que exigem rigidez em outras direções, por exemplo, na proximidade de pontos de aplicação de carga ao diafragma, tais como perto de um conjunto de dobradiça.

[001047] Neste exemplo, os membros de reforço internos A209 podem ser feitos a partir de lâmina de alumínio de 0,01 mm de espessura, tendo um módulo de Young de cerca de 69GPa e um módulo específico de cerca de 28 MPa/(kg/m³). Será apreciado que isto é apenas exemplar e não se destina a ser limitante.

Espessura de Reforço de Estresse por Cisalhamento

[001048] Cada membro de reforço interno A209 preferencialmente é relativamente fino para dessa forma reduzir o peso total da estrutura de diafragma A101, mas suficientemente grosso para oferecer resistência suficiente contra estresses por cisalhamento. Assim, a espessura dos membros de reforço interno é dependente (embora não exclusivamente) do tamanho do corpo do diafragma, o formato e/ou o desempenho do corpo do diafragma e/ou o número dos membros de reforço interno A209 utilizados. Em uma implementação preferencial da configuração R1, os membros de reforço interno são substancialmente finos e correspondem à área do corpo do diafragma que está sendo reforçada, de modo a prover rigidez significativa contra a dissolução dos modos de ressonância. Preferencialmente, cada membro de reforço interno compreende uma

espessura média menor do que um valor “x” (medido em mm), como determinado pela fórmula

$$x = \frac{\sqrt{a}}{c}$$

[001049] onde “a” é uma área de ar (medida em mm²) capaz de ser empurrada pelo corpo do diafragma durante o uso, e onde “c” é uma constante que equivale preferencialmente a 100. Mais preferencialmente, c=200, ou, até mesmo mais preferencialmente, c=400, ou, mais preferencialmente, c=800. Em algumas modalidades, cada reforço interno é feito de um material menor do que 0,4 mm, ou, mais preferencialmente, menor do que 0,2 mm, ou, mais preferencialmente, 0,1 mm, ou, mais preferencialmente, menor do que 0,02 mm de espessura.

[001050] Neste exemplo, cada membro de reforço interno A209 é feito de um material que tem aproximadamente 0,01 mm em espessura.

Tipo de Conexão de Reforço de Estresse por Cisalhamento

[001051] Durante a junção da estrutura do diafragma, os membros de reforço internos A209 são, de preferência, rigidamente fixos/acoplados em ambos os lados a um dos membros de reforço de estresse normal opostos A206/A207 (nas faces principais opostas do corpo do diafragma A208). Alternativamente, cada membro de reforço interno se estende adjacente a mas separado dos membros de reforço de estresse normal opostos. Durante a montagem, cada membro de reforço interno A209 é rigidamente acoplado/fixo ao material de núcleo do corpo do diafragma A208 através de qualquer método adequado conhecido na técnica da engenharia mecânica. Neste exemplo, os membros A209 são ligados ao material de núcleo A208 e preferencialmente ao(s) membro(s) de reforço de estresse normal(is) correspondente(s) A206/A207 por meio de camadas relativamente finas de adesivo epóxi. Preferencialmente, o adesivo é menos do que aproximadamente 70% de um peso do membro de reforço interno correspondente. Mais preferencialmente, ele é menos do que 60%, ou

menos do que 50%, ou menos do que 40%, ou menos do que 30%, ou, mais preferencialmente, menos do que 25% de um peso do membro de reforço interno correspondente A209.

[001052] Os membros de reforço interno A209 de preferência estende-se até ou próxima às regiões de borda de diafragma mais distantes da estrutura de base do diafragma de A222 ou componente de geração de força, sendo os enrolamentos de bobina A109, em que o diafragma é submetido a uma alteração da força em uso e onde uma grande parte da massa está concentrada. Os membros de reforço interno A209 são, na configuração preferencial, acoplados às escoras de reforço de estresse normal A206 e A207 em ambos os lados. Os membros de reforço interno correm na direção da bobina de motor A109 para as bordas do diafragma, que são mais remotas de dita bobina de motor, porque o afastamento dessas bordas da maior concentração de massa, geralmente, torna-as particularmente propensas a ressonância. Portanto, a maioria das escoras, e todos os membros de reforço interno, estendem-se diretamente em direção a esta borda mais distal.

[001053] O efeito desta orientação para os membros de reforço interno e a maioria das escoras é que as frequências de ruptura do diafragma menores e/ou mais problemáticas são aumentadas, otimizando o desempenho do diafragma. As duas bordas laterais que não são suportadas pelos membros de reforço interno estão mais perto da região base da estrutura do diafragma A222 incluindo a bobina de motor e o centro de massa do conjunto de diafragma, e, portanto, são menos propensas a ressonância. Além disso, a menor frequência de ressonância, envolvendo o deslocamento dos lados, muitas vezes, manifesta-se como um modo de torção que não é altamente prejudicial, porque, geralmente, tem um quase zero deslocamento líquido de ar, e porque geralmente é só minimamente excitado devido à simetria do diafragma e, excitação geral.

Algumas Variações Possíveis de Reforço de Estresse Normal

[001054] Os membros de reforço interno A209 compreendem qualquer combinação de painéis e/ou escoras incorporadas ao material do núcleo e cada um, de preferência, estende-se para cobrir uma porção substancial da espessura do material para suficientemente resistir a forças de estresse por cisalhamento. A versão mais simples e preferencial (conforme usada no transdutor de áudio da modalidade A das figuras A1 e A2) é mostrada nas Figuras H1a e H1b, segundo a qual o membro de reforço interno é uma lâmina substancialmente plana e substancialmente fina.

[001055] Formas alternativas de membros de reforço interno podem ser substituídas. Por exemplo, uma rede de escoras trianguladas, como mostrado nas Figuras H1c e H1d, semelhante ao que é visto em uma vista lateral, da parte intermediária de uma estrutura típica de guindaste. Em alguns casos, a função de reforço contra cisalhamento pode ser realizada de forma satisfatória, mesmo se não orientado estritamente em um plano, digamos, por exemplo, se uma lâmina de alumínio fosse ondulada (tal como mostrado nas Figuras H1e e H1f), desde que não haja conexões aos componentes de reforço de estresse normais externos.

[001056] Além disso, em algumas variações, o membro de reforço contra estresse interno pode assumir uma forma alternativa (como retangular, arqueada, etc.) de acordo com um formato de seção transversal do corpo do diafragma correspondente. Por exemplo, no transdutor de áudio de modalidade G mostrado na figura G2, os membros de reforço interno G109 são substancialmente retangulares, de acordo com um formato de seção transversal do corpo do diafragma G108. Outra variação de formato é mostrada nas figuras G6 nas quais os membros de reforço interno G603 compreendem substancialmente um trapezoidal para corresponder ao formato de seção transversal do corpo do diafragma G602.

[001057] Algumas variações possíveis na forma de um reforço de estresse interno da configuração R1 são descritas acima, no entanto, será

apreciado que a invenção não se destina a ser limitada a estas variações particulares. Outras variações podem ser descritas em outras seções deste relatório descritivo e/ou variações que seriam previstas por aqueles versados na técnica relevante também devem ser incluídas no escopo da invenção. Outras propriedades do diafragma, incluindo material de reforço, espessura do reforço e/ou tipo de conexão do reforço, como no exemplo acima da configuração R1 são igualmente aplicáveis a essas variações de diafragma da configuração R1.

Corpo do Diafragma

Forma do corpo do diafragma

[001058] Referindo-se às figuras A2 e A15, neste exemplo da estrutura do diafragma A1300 de configuração R1, as faces principais A214 e A215 do corpo do diafragma A208 são substancialmente suaves, de modo a permitir um perfil adequado para o qual o reforço de estresse normal A206 e A207 possa ser anexado. A superfície é de preferência razoavelmente plana, porque o reforço de estresse normal correspondente proporciona uma rigidez mais idêla se ele é relativamente direto e assim se torna menos propenso a flambagem, pelo menos, em locais e direções onde não é suportado pelos membros de reforço interno A209. Se for utilizado um núcleo do diafragma A208 que tenha uma forma particularmente inconsistente ou irregular, por exemplo um núcleo de favo de mel tendo paredes e / ou cavidades irregulares, então o perfil periférico exterior das faces principais do corpo do diafragma é mais preferivelmente substancialmente liso pois o reforço é capaz de ser aderido a cada parede que passa, de modo que a parede possa fornecer apoio transversal ao reforço para ajudar a minimizar a ressonância localizada, e de modo que o reforço seja capaz de fornecer rigidez ao núcleo para proporcionar rigidez geral do diafragma.

[001059] Neste exemplo, o diafragma A101 quando montado compreende substancialmente um corpo em forma de cunha A208 e/ou um

corpo que é substancialmente triangular em seção transversal. Embora o formato geral de seção transversal do corpo do diafragma de transdutores rotacionais (paralelos ao plano sagital do corpo do diafragma A217) é, de preferência, substancialmente triangular ou em forma de cunha, outras geometrias, tais como retangulares, em forma de pipa ou perfis curvados são também possíveis variações alternativas da configuração R1 e a invenção não se destina a ser limitada ao formato deste exemplo específico.

[001060] Um perfil de seção transversal de diamante funciona bem com transdutores de ação linear, no entanto, outros perfis também são possíveis em variações alternativas, por exemplo, perfis trapezoidais, retangulares ou curvados.

[001061] Perfis aproximadamente convexos, tais como um perfil trapezoidal como mostrado na figura G6, terão geralmente melhores características de ruptura e serão mais leves, e assim são geralmente preferíveis.

Material de núcleo do Corpo do Diafragma

[001062] O conjunto de diafragma A101 ou estrutura de diafragma A1300 compreende um corpo de diafragma afunilado em forma de cunha (mas pode consistir em muitas outras geometrias) formado a partir de um material de núcleo A208 que é uma espuma, tal como poliestireno expandido de densidade 16kg/m^3 e módulo específico $0,53\text{ MPa}/(\text{kg/m}^3)$ ou outro material do núcleo, com propriedades de baixa densidade (idealmente menores que 100 kg/m^3) e módulo específico alto.

[001063] O núcleo A208 é de preferência um material leve e razoavelmente rígido que compreende uma estrutura interconectada que varia em três dimensões, tais como uma espuma ou um material estruturado em treliça tridimensional ordenado. O material do núcleo pode compreender um material composto. Embora a espuma de poliestireno expandido seja o material preferido, os materiais alternativos que são

adequados podem incluir espuma de polimetil metacrilamida, espuma de aerogel, papelão corrugado, favo de mel de alumínio de micro-treliças metálicas, favo de mel de aramida e madeira balsa. Outros materiais que seriam evidentes para os versados na técnica são também considerados e não devem ser excluídos do escopo desta invenção.

[001064] O material do núcleo do corpo do diafragma A208, em isolamento dos componentes restantes da estrutura do diafragma A101 (por exemplo, no isolamento dos reforços exterior e interior), tem uma densidade relativamente baixa. Neste exemplo, o material do núcleo tem uma densidade que é inferior a aproximadamente 100 kg/m³, mais preferivelmente inferior a aproximadamente 50 kg/m³, ainda mais preferencialmente inferior a aproximadamente 35 kg/m³ e mais preferivelmente inferior a aproximadamente 20 kg/m³. Será apreciado que em formas alternativas o material do núcleo do corpo do diafragma pode ter um valor de densidade fora destes intervalos. Isto significa que o diafragma pode ser feito relativamente grosso sem adicionar massa indevida, o que aumenta a rigidez e diminui a massa, melhorando assim a resistência às ressonâncias de ruptura.

[001065] Embora o conjunto do diafragma compreenda um esqueleto altamente rígido de reforço normal contra estresse por cisalhamento interno e externo, em alguns casos o material do corpo ainda é necessário para suportar os componentes do esqueleto contra ressonância transversal localizada e para se sustentar contra ressonâncias localizadas em blob em regiões entre os componentes do esqueleto. O corpo do diafragma A208, isolado dos componentes restantes da estrutura do diafragma (por exemplo, isolado dos reforços exterior e interior), preferencialmente tem um módulo específico relativamente alto. Neste exemplo, o corpo do diafragma A208 isolado dos restantes componentes da estrutura tem um módulo específico superior a aproximadamente 0,2 MPa / (kg / m³) e mais preferencialmente superior a aproximadamente 0,4 MPa / (kg / m³). Será

apreciado que em formas alternativas o corpo do diafragma pode ter um módulo específico fora destes intervalos. O alto módulo específico significa que o corpo do diafragma pode suportar o esqueleto, e especialmente também o seu próprio peso, contra os modos de ressonância 'transversal' e 'em blob' localizados, respectivamente.

Espessura do Corpo do Diafragma

[001066] O corpo do diafragma (constituído de todas as partes do corpo A208) é substancialmente grosso (em sua região mais grossa). Neste relatório descritivo, e salvo indicação em contrário, a referência a um corpo de diafragma substancialmente grosso significa um corpo de diafragma que compreende pelo menos uma espessura máxima que é relativamente grossa em comparação com pelo menos uma dimensão maior do corpo tal como o comprimento diagonal máximo A220 através do corpo (doravante também referido como comprimento máximo do corpo do diafragma ou comprimento do corpo do diafragma máximo). No caso de um corpo tridimensional (como é o caso da maioria das modalidades), a dimensão do comprimento diagonal pode estender-se pela espessura / profundidade e largura do corpo em três dimensões. O corpo do diafragma pode não compreender necessariamente uma espessura uniforme que é substancialmente grossa ao longo de uma ou mais dimensões. A frase relativamente grossa em relação à maior dimensão pode significar, por exemplo, pelo menos cerca de 11% da maior dimensão (tal como o comprimento máximo do corpo A220). Mais preferencialmente a espessura máxima A212 é pelo menos cerca de 14% da maior dimensão do corpo A220. Neste relatório descritivo, a espessura máxima em relação a um corpo de diafragma substancialmente grosso pode também estar relacionada com a dimensão do comprimento do corpo do diafragma que é substancialmente perpendicular à dimensão da espessura (doravante também referida como o comprimento do corpo do diafragma A211). A frase relativamente grosso neste contexto pode significar pelo menos cerca

de 15% do comprimento do corpo do diafragma A211, ou mais preferivelmente pelo menos cerca de 20% do comprimento do corpo do diafragma A211. Em algumas modalidades, o diafragma pode ser considerado relativamente grosso em relação ao raio do diafragma (ou uma dimensão de comprimento) a partir da localização do centro de massa A218 (exibido pelo conjunto do diafragma) para a periferia mais distal do corpo do diafragma. A frase relativamente grosso neste contexto pode significar pelo menos cerca de 15% do raio do diafragma máximo A211, ou mais preferivelmente pelo menos cerca de 20% do raio máximo A221. Em algumas modalidades, e especialmente no caso de acionadores de ação rotacional, o comprimento do corpo do diafragma A211 pode ser medido a partir do eixo de rotação até a borda periférica mais distal.

[001067] Neste exemplo, em que o diafragma é projetado para um transdutor de ação rotacional, é preferível que a espessura do corpo do diafragma A212 (pelo menos na região mais grossa) seja substancialmente grossa em relação ao comprimento do corpo do diafragma A211 (que é o comprimento do eixo de rotação A114 ou região base A222 até a extremidade/ponta terminal oposta do corpo do diafragma). De um modo preferido, a razão entre a espessura do corpo do diafragma, A212, para o comprimento, A211, é pelo menos, 15% ou, de um modo muito preferido, pelo menos, 20%, como descrito acima.

[001068] De preferência, a região de espessura máxima é a região base da estrutura do diafragma.

[001069] Um aumento na espessura pode resultar em um aumento desproporcional na rigidez geral do diafragma, particularmente se o reforço de tensão normal estiver localizado nas superfícies externas, e se o corpo do diafragma tiver reforço de cisalhamento tal como descrito aqui.

Abas Angulares

[001070] Com referência à figura A2g, neste exemplo, para ajudar a prover uma conexão rígida, particularmente no que diz respeito a cargas de

cisalhamento, entre o reforço interno A209 e a estrutura de base do diafragma A222, compreendendo um enrolamento de bobina A109, um espaçador A110 e um eixo A111, uma pluralidade de abas de ângulo A210 são inseridas e aderidas (ou rigidamente fixadas de outra maneira) dentro da base do corpo do diafragma / cunha A208, com cada aba fornecendo uma grande área de contato com o espaçador A110 e os membros de reforço interno A209 para melhorar a resistência da conexão. Neste exemplo, são utilizadas quatro abas, no entanto, será apreciado que qualquer número de abas pode ser utilizado e isto dependeria tipicamente do número de membros de reforço interno A209 e / ou do número de partes usadas para formar o corpo do diafragma A208. Isso é importante para a rigidez, já que os adesivos não são tão rígidos quanto os componentes estruturais que estão sendo conectados e, assim, como foi mencionado acima, podem atuar para restringir a ruptura do transdutor.

[001071] Depois que todas as abas angulares A210 foram fixas dentro do corpo do diafragma/cunha A208, a estrutura do corpo do diafragma/cunha A208 é colada à bobina, ao espaçador e haste do conjunto de transdutor associado utilizando um adesivo relativamente rígido, tal como resina epoxi.

[001072] Note-se que muitos adesivos contêm amaciadores para melhorar a sua resistência, mas que podem ser prejudiciais nesta aplicação, bem como em muitas outras aplicações aqui descritas, nas quais a rigidez é primordial. Sujeito a considerações de resistência, pode ser preferível usar uma resina que não contenha um amaciante. As resinas epoxi usadas para o assentamento de fibra de vidro podem ser adequadas, mas sem limitação.

Método de produção

[001073] Um método para produção em massa da estrutura de diafragma A1300 deste exemplo é descrito abaixo. Será apreciado que

outros métodos podem ser utilizados para produção individual ou a granel e a invenção não se destina a ser limitada a este exemplo particular.

[001074] No caso deste exemplo, uma cunha é inicialmente formada compreendendo um núcleo A208 e um membro de reforço interno A209. Várias (neste caso 4) folhas grandes do material de membro de reforço interno A209 são laminadas entre várias (neste caso 5) folhas grandes do material de núcleo A208 usando um agente de adesão, por exemplo adesivo epóxi. Uma vez curado, o laminado é cortado em pedaços, por exemplo, cunhas A208 neste exemplo particular (ou seja qual for a forma requerida para o corpo do diafragma em outras variações). Cada peça / cunha A208 forma um corpo do diafragma A208 como mostrado nas figuras A2 e A15 e está ligada a outros componentes tais como o componente de geração de força de um mecanismo de transdução associado (por exemplo, enrolamento de bobina) e / ou uma estrutura de base de diafragma A222. O reforço de estresse normal pode então ser conectado às faces principais do laminado em cunha. Será apreciado que em modalidades alternativas, a estrutura do diafragma é formada usando outros métodos, tais como formando cada estrutura de diafragma individual separadamente.

[001075] É preferível minimizar a massa de adesivo usada para unir os membros de reforço de estresse de cisalhamento interno e o reforço de estresse normal um com o outro e com o núcleo do diafragma, sujeito à restrição de que deve haver o suficiente para evitar a delaminação em uso. Isso porque o adesivo não contribui proporcionalmente ao desempenho, principalmente à rigidez da estrutura. De preferência, o adesivo é inferior a aproximadamente 70% de uma área massa por unidade do membro de reforço interno correspondente. Mais preferivelmente, é inferior a 60%, ou inferior a 50% ou inferior a 40%, ou inferior a 30%, ou mais preferencialmente inferior a 25% de uma área de massa por unidade do componente de reforço interno correspondente.

[001076] Existem vários métodos adequados para aplicar uma camada de cola fina aos elementos de reforço normais ou de cisalhamento na preparação para aderir o referido membro a um material de núcleo de diafragma. Um método envolve o agente aderente a ser aplicado na forma de um fino spray. Outro método envolve o agente aderente sendo aplicado inicialmente excessivamente e depois sendo removido, por exemplo, por uma ação de fricção ou escovagem, até restar uma quantidade mínima e uniforme de agente aderente. É vantajoso para ambos os métodos, se o agente aderente tiver baixa viscosidade.

[001077] Um método útil para determinar quanto agente aderente foi aplicado é determinar visualmente pela tonalidade da cor. Se for usada uma resina epóxi amarela, as áreas mais grossas de cola terão um tom mais escuro de amarelo, quando aplicadas a (por exemplo) uma folha de alumínio. Escalas precisas podem ser usadas para medir a massa de reforço antes e depois do agente aderente ter sido aplicado, e essa informação pode ser usada para indicar a massa total de cola que foi aplicada. Ao se aplicar o agente aderente, uma camada fina pode prover adesão muito satisfatória a um núcleo de espuma de poliestireno, por exemplo, uma folha de reforço de alumínio pode ser adequadamente aderida a um núcleo de poliestireno expandido com o uso de resina epóxi aplicada com uma massa por área baixa de $0,5 \text{ g} / \text{m}^2$. A espessura desta camada é de cerca de $0,5 \mu\text{m}$. Observe que a massa de cola é dobrada no caso de um único membro de reforço laminado entre duas peças do material do núcleo, já que ambos os lados do reforço requerem adesivo.

[001078] O agente de adesão pode ser aplicado apenas a uma superfície de um membro de reforço (e não ao núcleo); ou apenas uma superfície do núcleo (e não o membro de reforço); ou a ambas as superfícies do elemento de reforço e do núcleo a serem aderidos em conjunto.

[001079] O agente aderente pode ser aplicado ao material do núcleo seletivamente, tanto quanto possível, de modo que somente as partes que entram em contato com o reforço sejam revestidas, enquanto que quaisquer pequenas oclusões no núcleo não são revestidas, pois, como as oclusões não entrarão em contato com o reforço interno, aplicar adesivo adicionaria massa sem melhorar a resistência. Um método para alcançar este resultado é aplicar agente aderente finamente (por exemplo, usando um método descrito anteriormente) a uma placa ou folha de aplicação de cola, por exemplo, uma folha de Teflon ou UHMWPE. O material do núcleo é então aplicado ao agente aderente na placa de aplicação de cola, que está localizada em uma superfície plana de modo que o agente aderente é transferido para as partes corretas do núcleo, sendo partes que entram em contato com a placa, sem preencher as oclusões.

[001080] É preferível minimizar a massa do agente aderente que é usado, que é capaz de juntar adequadamente os componentes, faz-se uso de várias tentativas. A quantidade de agente aderente que é eficaz é susceptível de variar dependendo do tipo de reforço e dos materiais do núcleo a serem aderidos.

[001081] Quanto à laminação dos membros de reforço e material do núcleo, é importante assegurar que estas partes sejam mantidas juntas adequadamente, conforme o agente aderente cura. Um método para conseguir isso é primeiro empilhar as peças na ordem em que elas devem ser coladas, e depois aplicar uma força, por exemplo aplicando pesos. Um gabarito pode ser configurado para garantir que a força seja aplicada uniformemente. Tal gabarito pode compreender uma placa base sobre a qual se encontra a pilha de laminado, e uma placa de topo, que empurra o topo da pilha de laminado em direção à placa base. O gabarito pode também incluir guias laterais (se necessário), para ajudar a evitar que as peças dentro do laminado de pilha escorreguem para os lados conforme a força é aplicada.

[001082] Um método para determinar quanta pressão deve ser aplicada é primeiro identificar, por exemplo, por experimentação ou investigação das especificações do fabricante, o máximo que pode ser aplicado sem causar danos que reduzam significativamente o desempenho do núcleo (em particular o módulo específico), e reduzir isso um pouco para fornecer uma margem de segurança. Por exemplo, reduzir essa pressão em 50% pode ser um alvo efetivo e seguro. Um método de produção em massa preferido alternativo compreende um gabarito que incorpora batentes que impedem mecanicamente que a pilha de laminado seja super-comprimida.

Transdutor de áudio Incorporando a Estrutura do Diafragma de Configuração R1

[001083] A estrutura do diafragma de configuração R1 é planejada e configurada para uso em um conjunto de transdutor de áudio, um exemplo disso é mostrado na figura A1. Neste exemplo, a estrutura do diafragma A1300 é configurada para uso de acordo com uma primeira modalidade A preferida de conjunto de transdutor de áudio. O conjunto de transdução de modalidade A é um conjunto de Transdutor de áudio de ação rotacional. Em um estado montado, o transdutor compreende uma estrutura de base A115 à qual o conjunto de diafragma A101 é acoplado e rotaciona em relação a ela. A estrutura de base A115 inclui pelo menos uma parte de um mecanismo atuador para fazer com que o conjunto de diafragma A101 gire em relação à estrutura de base durante a operação. Nesta modalidade de um transdutor de áudio, um mecanismo de acionamento eletromagnético gira o diafragma durante a operação. A estrutura de base A115 compreende um corpo magnético A102 com peças polares opostas e separadas A103 e A104 numa extremidade do corpo A102 adjacente ao conjunto de diafragma A101. O conjunto de diafragma A101 compreende a estrutura de diafragma A1300 e uma estrutura de base de diafragma A222 rigidamente acoplada à base do diafragma A1300 e tendo uma bobina do

mecanismo eletromagnético localizada entre as peças polares A103 e A104 e acoplada à extremidade de atuação do diafragma A101 .

[001084] Será apreciado que, embora os termos "estrutura do diafragma" e "conjunto de diafragma" tenham sido utilizados neste relatório descritivo para referir uma certa combinação de características de cada uma das modalidades do transdutor de áudio, isto foi feito principalmente para fins de concisão e os termos não se destinam a ser limitados a tais combinações de recursos. Por exemplo, neste relatório descritivo e reivindicações, em sua interpretação mais ampla e salvo indicação em contrário, a referência a uma estrutura de diafragma pode significar pelo menos um corpo do diafragma e a referência a um conjunto de diafragma também pode significar pelo menos um corpo de diafragma. A referência a um diafragma também pode significar uma estrutura de diafragma ou um conjunto de diafragma.

[001085] O transdutor de áudio da modalidade A é, de preferência, um transdutor electroacústico configurado para converter energia elétrica em áudio. A descrição a seguir pode se referir a esse tipo de aplicação ou a componentes adequados para essa aplicação. No entanto, será apreciado que o transdutor de áudio da modalidade A pode também ser utilizado como um transdutor acustoelétrico, se modificado, ou se certos componentes foram substituídos com as suas contrapartes, como será prontamente evidente para os versados na técnica.

Conjunto de Diafragma

[001086] Referindo-se à figura A2, uma extremidade do diafragma A1300, a extremidade mais grossa (por vezes referida como a extremidade base ou região base do diafragma) tem uma estrutura base do diafragma A222 compreendendo um componente de geração de força ligado a ela. A estrutura de diafragma A1300 acoplada a pelo menos o componente de geração de força forma um conjunto de diafragma A101. O componente de geração de força é configurado para transmitir força mecânica à estrutura

do diafragma em resposta a energia, por exemplo, energia elétrica. Nesta modalidade, o componente de geração de força é uma bobina eletromagnética A109 que é enrolada numa forma aproximadamente retangular que consiste em dois lados longos A204 e dois lados curtos A205, para coincidir com a forma da extremidade base da estrutura do diafragma A1300. Outros formatos são possíveis, tais como enrolamentos do tipo espiral ou hélice, e será apreciado que a forma será dependente do formato e forma do corpo do diafragma A208. O enrolamento da bobina pode ser feito a partir de qualquer material condutor adequado, tal como cobre ou, por exemplo, de fio de cobre revestido com esmalte, mantido em conjunto com resina epoxi. Isto pode opcionalmente ser enrolado em torno de um espaçador A110 que pode ser formado a partir de qualquer material adequado que seja de preferência não condutor ou apenas ligeiramente condutor, tal como um papel de fibra de carbono reforçado com plástico ou impregnado com epoxi. O espaçador pode compreender um módulo de Young de aproximadamente 200GPa. O espaçador é também de um perfil complementar à extremidade de base mais grossa da estrutura de diafragma A1300 para, assim, estender-se em torno ou adjacente a uma borda periférica da base de extremidade grossa da estrutura de diafragma A1300 em um estado montado do conjunto de transdutor de áudio/diafragma A101. O espaçador A110 é anexado/fixamente acoplado à haste de aço A201. A combinação destes três componentes localizados na base/extremidade grossa do corpo do diafragma A208 forma uma estrutura de base do diafragma rígida A222 do conjunto de diafragma com uma geometria substancialmente compacta e robusta, criando uma plataforma sólida e resistente à ressonância à qual a parte de cunha mais leve do conjunto de diafragma é rigidamente anexada.

[001087] Num transdutor de áudio de ação rotacional, tal como o mostrado na forma de modalidade A da invenção, a eficiência ideal pode ser obtida quando o mecanismo de transdução está localizado

relativamente próximo do eixo de rotação. Isso funciona bem com os objetivos para a presente invenção em torno da minimização de modos de ressonância indesejáveis, e, em particular, com a observação mencionada acima de que o mecanismo tipicamente pesado de excitação próximo ao eixo de rotação permite a conexão rígida a um mecanismo de dobradiça através de componentes relativamente pesados e compactos sem causar muito de um aumento em inércia rotacional do conjunto de diafragma. No caso da modalidade A, o raio da bobina pode ser de cerca de 2 mm, por exemplo, ou cerca de 13% do comprimento do corpo do diafragma A211 quando utilizado para aplicações de tipo de áudio pessoal, no entanto será apreciado que isto depende do tamanho e finalidade do transdutor de áudio.

[001088] A fim de maximizar a capacidade do transdutor de prover reprodução de áudio de alta fidelidade por meio de excursão de diafragma maximizado e susceptibilidade reduzida à ressonância, a razão do raio da localização de fixação do componente de geração de força para o comprimento de corpo de diafragma A212, medido a partir do eixo de rotação, é, de preferência, menor do que 0,5 e, mais preferencialmente, menor do que 0,4. Isso também pode ajudar a otimizar a eficiência.

[001089] No caso em que o componente de transferência de força é uma bobina, considerações de eficiência significam que é preferencial que a relação entre o raio da bobina e o comprimento do corpo do diafragma, novamente medida a partir do eixo de rotação, seja superior a 0,1, mais preferivelmente superior 0,15, mais preferencialmente ainda superior a 0,2 e, e ainda mais preferencialmente, superior a 0,25. Geralmente, a fim de otimizar a eficiência e o rompimento do alto-falante, um raio maior da bobina funcionará melhor com uma massa menor de enrolamentos da bobina.

Estrutura de Base do Transdutor

[001090] O conjunto de diafragma A101 incluindo a estrutura do diafragma A1300 e estrutura base do diafragma A222 é configurado para ser acoplado rotativamente a uma estrutura base do transdutor A115 para formar o transdutor de áudio.

[001091] O transdutor de áudio da modalidade A mostrado nas Figuras A1a-b tem uma estrutura de base de transdutor A115 que é construída a partir de um ou mais componentes/partes tendo uma característica de módulo específico alto. O principal benefício disso é que as frequências de ressonância inerentes à estrutura base A115 ocorrem em frequências relativamente altas, pois a estrutura é relativamente mais dura e comparativamente mais leve. Nesta modalidade preferida, a estrutura de base A115 compreende parte de um mecanismo de atuação eletromagnética, incluindo um corpo de ímã A102 e peças polares opostas e separadas A103 e A104 acopladas a lados opostos do corpo magnético A102. As peças polares são configuradas para direcionar o fluxo magnético adjacente / próximo e cercar as laterais longas A204 do enrolamento de bobina A109 in situ, para cooperar operativamente com os enrolamentos e formar o mecanismo de atuação.

[001092] Uma barra de contato alongada A105 estende-se transversalmente através do corpo de ímã dentro da lacuna formada entre as peças polares. A barra de contato A105 faz parte de um conjunto de dobradiça de contato do transdutor de áudio e é acoplada ao corpo magnético de um lado e à outra parte do conjunto de dobradiça de contato, sendo o eixo A111 do conjunto de diafragma A101 em um lado oposto. O conjunto de dobradiça de contato desta modalidade é descrito em detalhe na seção 3.2 desta especificação, a qual é aqui incorporada por referência e não será repetida por concisão. A barra de contato A105 é formada para ter uma área de superfície de contato no lado que se acopla ao ímã A102 em relação ao lado que se acopla ao conjunto de diafragma A101.

[001093] Um par de pinos de desacoplamento A107 e A108 se projeta lateralmente a partir de lados opostos do corpo de ímã A102 e formam parte de um sistema de desacoplamento configurado para acoplar articuladamente a estrutura de base A105 ao alojamento associado in situ. O sistema de desacoplamento desta modalidade é descrito em detalhe na seção 4.2 desta especificação, a qual é aqui incorporada por referência e não será repetida por concisão.

[001094] Na configuração preferida da modalidade A, a estrutura de base A115 compreende um ímã de neodímio (NdFeB) A102, peças polares de aço A103 e A104, uma barra de contato de aço A105 e pinos de desacoplamento de titânio A107 e A108. Todas as partes da estrutura de base de transdutor A115 são conectadas usando um agente adesivo, por exemplo, um adesivo com base em epóxi. Será apreciado que outros materiais e métodos de ligação podem ser utilizados em configurações alternativas desta modalidade, tais como por meio de soldagem ou de fixação por meio de fixadores como será prontamente aparente para os versados na técnica.

[001095] Nesta modalidade, o transdutor compreende adicionalmente um mecanismo de restauração/tensionamento operativamente acoplado ao conjunto de diafragma A101 para tensionar o conjunto de diafragma A101 para uma posição de rotação neutra em relação à estrutura de base A115. Preferencialmente, a posição neutra é uma posição substancialmente central do conjunto de diafragma recíproco A101. Na configuração preferencial desta modalidade, um mecanismo de centralização de diafragma na forma de uma barra de torção A106 liga a estrutura de base de transdutor A115 ao conjunto de diafragma A101 e provê uma força de restauração/tensionamento forte o suficiente para centralizar o conjunto de diafragma A101 em uma posição de equilíbrio, em relação à estrutura de base de transdutor A115. O mecanismo de restauração A106 faz parte do conjunto de dobradilas neste exemplo e é

descrito em mais detalhe na seção 3.2 deste relatório descritivo. Nesta configuração, uma mola de torção é utilizada para prover a força de restauração, mas serão apreciados em configuração alternativa outros componentes de tensionamento ou mecanismos bem conhecidos na técnica que podem ser utilizados para prover força de restauração rotacional.

[001096] A estrutura base do transdutor A115 é concebida para ser substancialmente rígida, de modo que qualquer modo de ressonância que tenha ocorrerá, de preferência, fora da FRO do transdutor. Um exemplo desse tipo de projeto é que a parte principal da estrutura de base do transdutor A115 (ou seja, a maioria da massa da estrutura de base), consistindo do ímã A102 e das peças polares A103 e A104, tendo uma geometria substancialmente rígida e compacta, onde nenhuma dimensão é significativamente maior que outra.

[001097] A barra de contato A105 é conectada à barra de torção A106 em uma aba de extremidade A303 (como visto na Figura A3) e para facilitar essa conexão em uma maneira rígida, a barra de contato A105 deve se projetar para fora e para longe do ímã A102 e das peças polares externas A103 e A104. A barra de torção A106 se estende lateralmente e substancialmente ortogonal de um lado do conjunto de diafragma A101 e em ou adjacente a uma extremidade do conjunto A101 mais próxima à estrutura de base A115.

[001098] A extremidade destacada lateralmente da barra de contato A105 é comparativamente estreita e, correspondentemente propensa a ressonâncias. Para minimizar o efeito dessas ressonâncias, a protrusão é afunilada em direção à extremidade livre terminal para reduzir a massa perto da aba de extremidade A303 onde flexão resulta em deslocamento máximo, e também para aumentar a rigidez relativa do suporte provido pela massa compacta em direção à base da saliência onde qualquer deformação resultaria no maior deslocamento da área de aba de

extremidade. A barra de contato também tem uma área de superfície grande em dois diferentes planos, em sua conexão com o ímã A102, a fim de minimizar a complacência associada com adesivo, uma vez que o adesivo, uma resina epóxi, tem módulo de Young comparativamente baixo de aproximadamente 3GPa.

[001099] Uma vez que a estrutura de transdutor A115 está montada voltada para uma extremidade do diafragma, tanto a face principal dianteira como a traseira A214, A215 do diafragma são livres de obstrução, o que maximiza o fluxo de ar e minimiza ressonâncias de ar que poderiam ter sido criadas quando um volume de ar é contido, por exemplo, entre o diafragma e ímã de um alto-falante de headphone dinâmico convencional.

[001100] Será apreciado que qualquer um dos exemplos da configuração R1 da estrutura do diafragma mostrada nas figuras A8 a A12 e como descrito em detalhe acima, pode alternativamente ser utilizado com o conjunto de transdutor da modalidade A. Outras estruturas do diafragma da configuração R1 não representadas mas que seriam prontamente aparentes a partir da descrição acima, também podem ser incorporadas no conjunto de transdutora da modalidade A sem nos afastarmos do escopo da invenção.

[001101] Durante a operação do transdutor de áudio, em uma aplicação de transdução eletroacústica (por exemplo, em que o transdutor de áudio é um alto-falante), os sinais de áudio são transmitidos para o enrolamento da bobina, através de um cabo ou qualquer outro método adequado, que faz com que o enrolamento A109 reaja ao campo magnético gerado pelo ímã e pelas peças polares pela estrutura base A115. Esta reação resulta em movimento mecânico que é então transmitido na base da estrutura do diafragma A1300. O sistema de dobradiça permite que o conjunto de diafragma A101 oscile, de um modo rotativo, em relação à estrutura de base A115. Esta oscilação da estrutura do diafragma A1300 causa uma alteração na pressão do ar em ambos os lados do diafragma

A1300, o que resulta em geração de som. A configuração da estrutura do diafragma R1 é projetada de modo que os modos de ressonância de ruptura indesejados devido a dobra, torção e / ou outra deformação do diafragma sejam empurrados para fora da FRO pretendida pelo transdutor ou pelo menos próximos aos limites de largura de banda superior e inferior. Por exemplo, um transdutor de áudio de alta fidelidade pode ter uma FRO que se estenda por pelo menos uma parte substancial da faixa de frequência audível e dentro dessa faixa a estrutura do diafragma de configuração R1 não experimenta ressonâncias indesejadas. O mecanismo de restauração A106 atua para tensionar o conjunto do diafragma A101 de volta para a posição neutra quando os sinais de áudio não são mais recebidos pelo enrolamento A109.

Outros exemplos de uma estrutura de diafragma da configuração R1

[001102] Algumas variantes da estrutura do diafragma da figura A15 já foram descritas acima, com referência às figuras A8-A12, por exemplo. Outras estruturas de diafragma exemplares da configuração R1 serão agora descritas com referência às figuras G1-G8. Estas estruturas do diafragma da configuração R1 exemplares, de um modo muito preferido, são utilizadas para transdutores de ação linear, no entanto a sua utilização não se destina a ser limitada a essa aplicação.

[001103] Uma configuração exemplar da estrutura do diafragma R1 é mostrada em relação ao transdutor de áudio da modalidade G das figuras G1 e G2. Neste exemplo, o corpo do diafragma G108 tem a forma de um prisma retangular com regiões de canto substancialmente curvas. O material e a espessura do corpo do diafragma G108 podem ser descritos em relação ao exemplo do corpo do diafragma da modalidade A, nas subseções anteriores. Neste exemplo, o corpo do diafragma G108 compreende um núcleo de espuma leve ou equivalente G108 e, em particular, um poliestireno de baixa densidade. O reforço de estresse normal G110 na forma de uma folha sólida, substancialmente retangular, é

provido em cada face principal e é complementar ao formato das faces principais associadas do corpo G108. Reforço adicional é proporcionado pelo(s) membro(s) de reforço de estresse por cisalhamento interior G109 ligado ao interior de dito núcleo de espuma e orientado substancialmente perpendicular ao plano coronal G114 do corpo do diafragma G108. Cada membro de reforço de estresse por cisalhamento interior G109 é substancialmente retangular de acordo com uma forma de seção transversal do corpo do diafragma G108.

[001104] O reforço de estresse normal exterior G110 e o reforço de estresse por cisalhamento interior G109 são formados a partir do material como definido acima em relação à estrutura do diafragma de exemplo do transdutor de áudio da modalidade A. Por exemplo, o reforço de estresse normal exterior G110 e os membros de reforço interno G109 são feitos de um material tendo um módulo específico elevado, tal como um metal ou cerâmica ou fibra de módulo elevado, em vez de um plástico. De preferência, o reforço de estresse normal tem um módulo específico de pelo menos $8 \text{ MPa} / (\text{kg} / \text{m}^3)$, ou mais preferivelmente pelo menos $20 \text{ MPa} / (\text{kg} / \text{m}^3)$, ou mais preferivelmente pelo menos $100 \text{ MPa} / (\text{kg} / \text{m}^3)$ e de preferência o reforço de estresse interno tem um módulo específico de pelo menos $8 \text{ MPa} / (\text{kg} / \text{m}^3)$, ou mais preferivelmente pelo menos $100 \text{ MPa} / (\text{kg} / \text{m}^3)$. Neste exemplo, pode-se usar folha de alumínio. Além disso, o reforço de estresse normal exterior G110 e o(s) membro(s) de reforço interno G109 são finos, por exemplo, aproximadamente 0,08 mm para um diafragma tendo área equivalente à de um acionador convencional de 10 polegadas.

[001105] Esta modalidade particular se desloca com uma ação linear em vez de uma ação rotacional, e é suportada por um envoltório convencional e aranha de sistema de suspensão de diafragma. De preferência, o(s) membro(s) de reforço interno(s) G109 são fixados (por exemplo, ligados) ao reforço de estresse normal exterior G110 tanto frontal

como traseiro, bem como ao núcleo de espuma G108. Preferencialmente, dito(s) membros(s) de reforço interno(s) são substancialmente planares, embora isto não seja estritamente necessário para que eles cumpram eficazmente as suas funções primárias, que incluem a resistência à deformação por cisalhamento. De preferência, e tal como o reforço de tensão normal exterior, estes são feitos de um material relativamente rígido, tal como um metal, cerâmica ou fibras com alto módulo. Neste último caso, de preferência pelo menos algumas das referidas fibras devem estar orientadas a, aproximadamente, ângulos de +45 a -45 graus em relação ao plano coronal do corpo do diafragma, uma vez que o seu propósito primário é resistir a cisalhamento. Nesta modalidade, usa-se folha de alumínio.

[001106] Estruturas de reforço anti-cisalhamento alternativas podem ser substituídas para executar um papel equivalente ou semelhante. Por exemplo, uma rede de escoras trianguladas semelhantes ao que é visto na parte intermediária de uma típica estrutura de guindaste iria desempenhar um papel semelhante. Em alguns casos, a função de reforço contra cisalhamento pode ser realizada de forma satisfatória, mesmo se não orientado estritamente em um plano, digamos, por exemplo, se uma lâmina de alumínio fosse ondulada, desde que não hajam conexões aos componentes de reforço de estresse normais externos.

[001107] De preferência finas camadas de adesivo epóxi são utilizadas, já que são ainda suficientes para evitar a delaminação, a fim de minimizar a massa associada a este componente, pois o adesivo não contribui proporcionalmente ao desempenho da estrutura.

[001108] Os membros de reforço interno correm a partir da base central da região (configurados para acoplar a bobina de motor pesada, por exemplo) para as laterais periféricas do corpo do diafragma, estendendo-se entre as faces principais e que estão localizadas remotamente a partir da região base central. As regiões periféricas da estrutura do diafragma mais distais da região base central são mais propensas a vibrar em frequências

mais baixas, portanto, é vantajoso otimizar a integridade estrutural de suporte para esta região, ao se minimizar a deformação de cisalhamento associada à deflexão nestas através do uso de ditos membros de reforço interno. O efeito desta orientação para os membros de reforço interno é que as frequências de ruptura são aumentadas e o desempenho é otimizado.

[001109] Neste exemplo, os lados periféricos opostos que não são suportados pelos elementos de reforço interno estão mais próximos da região de base da estrutura do diafragma, incluindo a bobina do motor pesado e o centro de massa do conjunto do diafragma, e assim são menos propensos à ressonância. No entanto, em algumas variações, essas regiões também podem ser suportadas por reforço interno.

[001110] Uma cavidade é formada numa região central do corpo do diafragma para suportar e acomodar parte de um mecanismo de excitação do conjunto de diafragma associado. A cavidade está localizada na região base da estrutura do diafragma.

[001111] Como mostrado nas figuras G1 e G2, esta modalidade do transdutor de áudio G consiste em um alto-falante que compreende um diafragma para um transdutor de áudio de ação linear. O diafragma é suportado por um sistema de suspensão de diafragma compreendendo um envoltório G102 convencional flexível e uma aranha G105 (como mostrado na figura G1c). A estrutura de diafragma G101 compreende membros de reforço interno G109 embutidos dentro de um núcleo de espuma leve G108 que estão ligados a ambos os reforços de tensão normais exteriores G110 frontais e traseiros, bem como ao núcleo G108. A construção provê comportamento de ruptura melhorado, uma vez que compreende estruturas dedicadas e otimizadas para abordar os fatores limitantes primários em termos de ruptura do diafragma afetando diafragmas convencionais, como descrito acima. As estruturas trabalham juntas simbioticamente: as deformações de tensão / compressão associadas aos modos de ressonância de ruptura do diafragma principal / maior / grande escala são

resistidas principalmente pelo reforço de estresse normal externo G110, que tem separação física significativa e máxima (a separação é a espessura total do diafragma) de modo que, devido ao princípio da viga em I, a rigidez de dobra do diafragma é aumentada, a deformação por cisalhamento associada a tais modos é principalmente resistida pelos membros de reforço interno G109; os membros de reforço interno G109 também atuam para transferir cargas de cisalhamento para grandes áreas do referido núcleo de espuma, ajudando deste modo a suportá-los contra os modos de ressonância de espuma em blob localizada; o núcleo de espuma G108 atua para minimizar a flambagem e ressonâncias transversais localizadas do dito reforço de estresse normal exterior G110 e membros de reforço interno G109; e também desloca o ar durante a operação.

[001112] O transdutor de áudio compreende ainda uma estrutura base de transdutor de uma geometria substancialmente grossa e compacta, compreendendo um ímã permanente A104, peças polares internas G107 que se estendem ao longo ou cerca de uma ou mais faces do ímã e peças polares externas G106 que também se prolongam por uma ou mais faces do ímã. As peças polares internas e externas são separadas para desse modo proporcionar um canal entre elas para receber um componente de geração de força G112 do transdutor. Um molde ou outra a armação de base do diafragma G111 é acoplada a e se estende lateralmente a partir de uma região base central do diafragma em direção à estrutura magnética. O componente de geração de força que compreende uma ou mais bobinas G112 nesta modalidade é enrolado firmemente e rigidamente acoplado a uma extremidade da estrutura base adjacente à estrutura base do transdutor. A armação de base do diafragma G111 é formada a partir de um material substancialmente rígido e é substancialmente alongada e pode compreender uma forma cilíndrica. Uma extremidade da estrutura base pode ser acoplada rigidamente aos membros de reforço interno G109 ou de

outro modo ao reforço exterior G110 ou ao núcleo de diafragma G108 ou qualquer combinação destes.

[001113] A estrutura base, G11, bobina e a estrutura do diafragma formam um conjunto de diafragma. A bobina se estende dentro do canal formado entre as peças polares magnéticas in situ, o que causa excitação durante a operação. O conjunto de diafragma é suportado em torno de sua periferia em relação a um alojamento, tal como um invólucro ou defletor G103 por um membro envoltório flexível G102 e uma aranha flexível G105. A aranha e o envoltório estendem-se substancialmente ao longo de toda uma porção do comprimento do conjunto de diafragma. O envoltório G102 está acoplado fixamente em uma extremidade a uma borda periférica da estrutura do diafragma e em uma extremidade oposta a uma borda periférica interna do alojamento (invólucro ou defletor) G103. A aranha G103 está fixamente acoplada numa extremidade à estrutura de base do diafragma e numa extremidade oposta à periferia interna do alojamento G103. A suspensão do diafragma é substancialmente flexível, de tal modo que se flexiona durante o funcionamento, conforme o conjunto do diafragma retribui em resposta a sinais elétricos recebidos através da bobina G112.

[001114] As figuras G3-G5 mostram variações do reforço de estresse normal deste exemplo. Nestas variações, a quantidade / massa de reforço de estresse normal exterior G110 é reduzida em regiões próximas das bordas da face principal associada. Por exemplo, na variação da Figura G3, a largura do reforço de estresse normal é reduzida e um espaço vazio ou entalhe triangular é localizado em cada extremidade do reforço de estresse normal. O espaço vazio triangular afunila em direção ao centro do membro de reforço de estresse normal G110. na variação da figura G4, duas aberturas triangulares adicionais são formadas em cada lado e adjacentes a cada espaço vazio triangular. Na variação da figura G5, o reforço de estresse normal reduz em espessura numa região terminal G502 adjacente ao espaço vazio e aberturas triangulares, para desse modo reduzir ainda

mais a quantidade / massa do reforço de estresse normal nestas regiões exteriores. Será apreciado que em cada uma destas variantes, os espaços vazios e as aberturas podem assumir formas alternativas tais como arqueadas, anulares ou semelhantes. Será também apreciado que na variante da figura G5, enquanto a redução na espessura é escalonada em G503, isto pode alternativamente ser gradual noutras modalidades.

[001115] Ainda outro exemplo de um conjunto de diafragma de configuração R1 G600 é mostrado na figura G6. Neste exemplo, o corpo compreende uma forma de prisma trapezoidal. O material e a espessura do corpo do diafragma G108 podem ser como descrito acima em relação ao exemplo das figuras G1 e G2. No exemplo, os membros de reforço de estresse normal G601 em qualquer face principal oposta do corpo do diafragma diferem em forma. Um primeiro membro de reforço de estresse normal G601 é substancialmente achatado e plano para corresponder à forma da face principal superior associada. Um segundo membro de reforço de estresse normal G601 na face oposta compreende uma forma de prisma trapezoidal oca (tendo quatro faces angulares que se estendem para fora a partir de uma face central) para corresponder à forma das faces principais inferiores associadas (note nesta modalidade todas as quatro faces angulares inferiores e a face superior são consideradas faces principais). Os membros de reforço interno G603 compreendem substancialmente um trapezoidal para corresponder ao formato de seção transversal do corpo do diafragma G602.

[001116] As figuras G7 e G8 mostram variações do reforço de estresse normal deste exemplo. Nestas variações, a quantidade / massa de reforço de estresse normal exterior G601 é reduzida em regiões G602 próximas das bordas da face principal associada. Por exemplo, na variação da Figura G7, a largura do membro de reforço de estresse normal superior é reduzida, um espaço vazio ou entalhe triangular está localizado em cada extremidade do reforço de estresse normal e duas aberturas triangulares

adicionais são formadas em cada lado e adjacentes a cada espaço triangular vazio. O membro de reforço de estresse normal tem duas faces angulares opostas omitidas. As outras duas faces angulares opostas têm espaços vazios triangulares formados em suas extremidades terminais e duas aberturas triangulares adicionais são formadas em ambos os lados e adjacentes ao espaço vazio triangular.

[001117] Na variação da figura G8, os membros de reforço de estresse normal compreendem uma série de escoras. As escoras ao longo da face principal superior compreendem um par de escoras longitudinais que se estendem substancialmente paralelas e distais às bordas longitudinais da face principal. Um par de escoras transversais é então localizado em cada extremidade e se estende entre o par de escoras longitudinais. Na parte inferior do corpo do diafragma, o reforço de estresse normal compreende uma série de escoras que formam uma forma fechada incluindo um par de dentes triangulares lado a lado em cada um dentre um par de faces angulares opostas e um par de escoras longitudinais estendendo-se ao longo da borda de uma face central entre as faces angulares e conectando-se aos dentes de cada face angular. Nesta variação, o reforço de estresse normal reduz em espessura nas regiões terminais G801 através de desníveis G802, para desse modo reduzir ainda mais a quantidade / massa do reforço de estresse normal nestas regiões exteriores. Será apreciado que em cada uma destas variantes, os espaços vazios e as aberturas podem assumir formas alternativas tais como arqueadas, anulares ou semelhantes. Será também apreciado que na variante da figura G8, enquanto a redução na espessura é escalonada em G802, isto pode alternativamente ser gradual noutras modalidades.

[001118] Será apreciado que qualquer um dos exemplos da configuração R1 da estrutura do diafragma mostrada nas figuras G3 a G8 e como descrito em detalhe acima, pode alternativamente ser utilizado com o conjunto de transdutor da modalidade G. Outras estruturas do diafragma da

configuração R1 não representadas mas que seriam prontamente aparentes a partir da descrição acima, também podem ser incorporadas no conjunto de transdutora da modalidade G sem nos afastarmos do escopo da invenção.

[001119] Várias configurações da estrutura do diafragma que são sub-estruturas da configuração R1 serão agora descritas em detalhe com referência aos exemplos. Salvo indicação em contrário, os recursos e possíveis variações da estrutura do diafragma de configuração R1 descrita na seção 1.2 acima também se aplicam a cada uma das seguintes subestruturas. Tais recursos comuns e possíveis variações não serão descritos novamente para cada sub-estrutura por uma questão de concisão e clareza. Somente os recursos aos quais um determinado design de sub-estrutura será limitado serão descritos nas seções a seguir.

2.2.2 Estruturas do diafragma das Configurações R2-R4

[001120] Muitos diafragmas têm um perfil e construção uniformes.

[001121] Em alguns designs de diafragma de abordagem rígida, as bordas externas não suportadas ou regiões periféricas da estrutura do diafragma são remotas e / ou distais da região base, onde o principal volume / massa do conjunto do diafragma, incluindo bobina eletromagnética ou outros componentes de excitação pesada se localizam, tendem a deslocar distâncias comparativamente grandes devido à excitação dos modos de ressonância de rompimento chave, e a massa nessas zonas pode limitar / reduzir de forma desproporcional a frequência de modos de ressonância do diafragma chave indesejados. A massa desnecessária em tais regiões é, portanto, outro fator limitante que pode afetar a ruptura do diafragma.

[001122] Reduzir a quantidade de reforço de estresse normal externo em tais regiões de borda distal em cada uma ou todas as faces principais pode fornecer um benefício sem desvantagens de reduzir a massa da estrutura do diafragma e aumentar a frequência de modos de ressonância

de ruptura do diafragma chave, apesar da redução no material de reforço, porque uma redução na massa nesses locais estratégicos descarrega uma série de estruturas de apoio.

[001123] Quando usado em conjunto com membros de reforço interno para reduzir o cisalhamento do núcleo, o desempenho de ruptura do diafragma pode ser bastante melhorado pela eliminação simultânea de dois fatores limitantes.

[001124] A configuração R2-R4 da estrutura do diafragma será agora descrita mais detalhadamente com referência a vários exemplos, entretanto, apreciar-se-á que a invenção não se destina a ser limitada a estes exemplos. A menos que indicado de outra maneira, referências para a estrutura de diafragma da configuração R2-R4 nesta especificação deverão ser interpretadas como significando qualquer uma das seguintes estruturas do diafragma exemplares descritas, ou qualquer outra estrutura que compreenda os recursos de design descritos, o que será aparente para os versados na técnica.

Configuração R2

[001125] Uma configuração de estrutura de diafragma da invenção, projetada para se relacionar a problemas de ressonância indesejados será agora descrita com referência a um primeiro exemplo mostrado nas figuras A1, A2 e A15. Esta configuração de estrutura do diafragma irá aqui ser referida como a configuração R2. A estrutura do diafragma de configuração R2 é uma sub-estrutura da configuração R1 e, como tal, muitas das características incorporadas na estrutura de configuração R1 são também incorporadas na estrutura de configuração R2. A configuração da estrutura do diafragma R2 fornece melhor desempenho de ruptura do diafragma ao resolver problemas de cisalhamento do núcleo (como na configuração R1) e também otimizar a distribuição de massa em uma estrutura de diafragma ao reduzir a massa da estrutura em regiões em ou próximas ao perímetro / periferia do corpo do diafragma ou estrutura, e em particular em uma ou

mais regiões periféricas que estão distantes da região base da estrutura do diafragma. Em outras palavras, a estrutura do diafragma compreende uma massa inferior numa ou mais regiões periféricas que estão distais da região base, relativamente a uma massa da estrutura do diafragma em regiões em ou próximas da região base. Nesta especificação, salvo indicação em contrário, a referência a uma periferia ou periferia externa do corpo do diafragma ou da estrutura do diafragma pretende significar toda a fronteira em torno das faces principais do corpo do diafragma, incluindo as bordas periféricas coletivas das faces principais. regiões das faces principais que estão diretamente adjacentes e próximas das bordas periféricas, e quaisquer faces laterais que possam existir conectando as bordas periféricas das faces principais. Neste relatório descritivo, salvo indicação em contrário, a referência a uma região periférica ou região periférica externa do corpo do diafragma ou da estrutura do diafragma pretende significar uma região dentro da periferia do diafragma ou estrutura do diafragma, respectivamente, e pode compreender uma parte de ou toda a porção da periferia. Na configuração R2, a redução da massa da estrutura do diafragma em ditas regiões periféricas / perímetros da estrutura do diafragma é conseguida através da redução da massa do reforço de estresse normal nessas regiões. A configuração R2 é, portanto, semelhante à configuração R1, exceto que a quantidade e / ou massa de reforço de estresse normal acoplada adjacente a pelo menos uma face principal do corpo do diafragma reduz em ou em direção a uma ou mais bordas periféricas da face principal que são distais a / remotas da região base A222 (em que o centro de massa A218 de um conjunto de diafragma A101 incorporando a estrutura de diafragma A1300 é exibido). Neste contexto, o conjunto de diafragma A101 pretende consistir na estrutura de diafragma A1300 e todas as outras partes que estão rigidamente ligadas e se movem com a estrutura de diafragma, quando incorporadas num conjunto de transdutor de áudio. Preferencialmente, a uma ou mais bordas periféricas

distais da região base são uma ou mais bordas distais da localização do centro de massa. Assim como na configuração R1, o reforço interno é empregado na estrutura do diafragma da configuração R2 para tratar dos problemas de cisalhamento de núcleo. Nos exemplos a seguir, será feita referência à forma de reforço de estresse normal em relação a uma face principal. Será apreciado que, a menos que indicado do contrário, na configuração mais preferida, esta forma também se aplicará ao reforço de estresse normal localizado ou adjacente a quaisquer outras faces principais da estrutura do diafragma.

[001126] Um primeiro exemplo de uma estrutura de diafragma da configuração R2 A101 é mostrado nas figuras A1, A2 e A15. Com referência às figuras A2a e A2b em particular, neste exemplo a massa de uma ou mais (preferencialmente todas) escoras de reforço de estresse normal A206 e A207 é reduzida ao se reduzir a largura de cada escora A206, A207 em uma região da estrutura do diafragma A1300 que está em ou próxima a uma borda periférica da face principal associada que está mais distal de uma região base A222 da estrutura do diafragma A1300. Em outras palavras, a região de massa reduzida está localizada em uma região que é mais distal a uma região base A222 ou centro de massa A218 de um conjunto de diafragma que incorpora a estrutura de diafragma. O conjunto do diafragma inclui a estrutura do diafragma A101 e a estrutura base do diafragma A222, como descrito anteriormente. Neste exemplo particular, a estrutura base do diafragma A222 compreende o enrolamento de bobina A109, o espaçador A110 e a haste A111 do conjunto de dobradiça (mas pode alternativamente incluir qualquer combinação de uma ou mais destas partes) como descrito na seção 2.2.1 acima. Neste exemplo, o centro de massa está localizado próximo à extremidade de base mais grossa da estrutura do diafragma A1300 devido à massa relativamente maior da estrutura de base do diafragma A222 incluindo a bobina A109, o espaçador A110 e a haste de aço A111 em relação ao restante da estrutura do

diafragma A1300. Como tal, as regiões do reforço de estresse normal com massa reduzida estão localizadas próximas das regiões mais finas do corpo do diafragma afilado A208, isto é, a extremidade livre distal da estrutura do diafragma A1300. Portanto, para esta configuração, de preferência, o reforço de tensão normal de cada face principal compreende uma massa relativamente menor numa região de borda periférica distal da região de base A222 da estrutura do diafragma e uma massa relativamente maior numa região em ou próxima à região base. Neste exemplo, o reforço de estresse normal de cada face principal compreende uma largura relativamente menor numa região distal da região da região base A222 da estrutura do diafragma e uma largura relativamente maior numa região em ou próxima da região base. Neste relatório descritivo, a menos que indicado o contrário, a referência a uma região de borda periférica de uma face principal de um corpo de diafragma, significa uma região que está localizada em, e diretamente adjacente e próxima a, uma borda periférica da face principal associada.

[001127] Como mostrado nas figuras A2a e A2b, neste exemplo a redução na largura nas escoras de reforço de estresse normal A206, A207 ocorre de uma forma escalonada em A216, no entanto, será apreciado que a redução na largura pode também ser gradual ao longo do comprimento das escoras e / ou afuniladas. Além disso, a região escalonada A216 está localizada aproximadamente a meio caminho ao longo do comprimento longitudinal do corpo do diafragma A208. Contudo, será apreciado que isto é uma questão de design e depende de vários fatores incluindo a resposta de ressonância desejada, o material usado e a concepção do corpo do diafragma, bem como uma série de outros fatores que ficariam aparentes aos versados na técnica relevante.

[001128] A redução na largura das escoras A206, A207 pode também ou então ser uma redução na espessura para reduzir a massa nas regiões relevantes. Além disso, a redução pode ser conseguida pela

alteração do material usado para as escoras nas regiões relevantes, no entanto, será apreciado que isto pode ser mais difícil de implementar.

[001129] Um segundo exemplo de uma estrutura da configuração R2 é mostrado na figura A9. Neste exemplo, um ou mais recessos A902 são formados no membro de reforço de estresse normal A901 de cada face principal em regiões que estão distais da região base A222 (como anteriormente descrito acima para o primeiro exemplo). As regiões A902 desprovidas de reforço de estresse normal podem ter qualquer forma requerida para alcançar a resposta de ressonância desejada durante a operação. No exemplo mostrado, o recessos A902 são ovais truncados. A redução da massa aumenta em função da distância da região base A222. Os recessos A902 são afunilados por exemplo e aumentam em largura nas regiões mais distais da região base A222. Em algumas variações, os recessos podem ser retangulares, triangulares ou compreender qualquer outra forma. Da mesma forma, o número de recessos pode ser alterado de acordo com a resposta e aplicação de ressonância desejada. A Figura A10 mostra uma variação da estrutura do diafragma da figura A9, por exemplo, onde um único recesso truncado circular / oval A1002 se estende através de uma porção substancial da largura do corpo do diafragma.

[001130] A referência à figura A11 mostra outro exemplo da configuração R2 da estrutura do diafragma. Neste exemplo, as placas de reforço de estresse normal adjacentes a cada face principal compreendem uma região de maior espessura A1101 próxima à região de base da estrutura do diafragma A222, e uma região de espessura reduzida A1102 distal à região base da estrutura do diafragma. A redução na espessura é escalonada em A1103, mas será apreciado que isto pode ser gradual ou afunilado nas variações deste exemplo. A redução da massa pode ser reduzida e aumenta nas regiões mais distais da região de base A222 em algumas variações. Também o passo A1103 está localizado aproximadamente a meio caminho ao longo do comprimento do corpo do

diafragma mas será apreciado que isto pode estar em qualquer outra região suficientemente distal da região de base A222 acima mencionada. A Figura A12 mostra uma variação deste exemplo, na qual a redução em espessura ocorre nas escoras de reforço A1201, A1202 (ao invés de placas de reforço). Mais uma vez, a redução é escalonada em A1203 mas isto pode ser gradual ou cônico e enquanto a redução ocorre a meio caminho ao longo do comprimento do corpo do diafragma, esta pode estar localizada noutra região suficientemente distal da região de base A222 acima mencionada.

[001131] Uma configuração R2 da estrutura do diafragma também é exemplificada dentro da modalidade do transdutor de áudio mostrada na Figura G3, que possui um diafragma similar ao mostrado na Figura G1, exceto que a quantidade de reforço de tensão normal externo G301 é reduzida em direção ao perímetro / borda periférica remota da região de base central na qual a(s) localização(ões) de excitação e também o centro de massa do conjunto do diafragma são exibidos. Neste exemplo, os recessos são formados na placa de reforço de estresse normal de cada face principal em regiões adjacentes ao perímetro do corpo do diafragma e mais distais da região de base da estrutura do diafragma. Além disso, a reforço de tensão normal é omitido em cada lado G303 de cada placa de reforço de estresse normal, adjacente às bordas da face principal que estão localizadas mais proximalmente à região de base central. Os recessos são afunilados por exemplo ao aumentarem em largura nas regiões mais distais da região base. Nesta modalidade, os recessos de extremidade G304 são triangulares, mas também são possíveis outras formas. Em algumas variações, os recessos podem ter uma largura substancialmente constante. Neste exemplo, a região de base / centro de massa do conjunto de diafragma está localizado próximo da bobina de motor G112 e do molde de bobina G111 localizado substancialmente centralmente ao corpo de diafragma. A massa de reforço de estresse normal é assim reduzida,

preferencialmente uniformemente, nas regiões periféricas/de perímetro da face principal associada do corpo do diafragma.

[001132] Neste exemplo, cada placa de reforço de estresse normal externa G301 é de espessura constante e de espessura idêntica à da figura G1 e, neste caso, a redução do reforço de estresse normal exterior G301 ocorre pela remoção do reforço, com a remoção aumentando mais perto das bordas que estão mais afastadas da bobina G112 anexada ao molde de bobina G111.

[001133] Partes das placas de reforço de estresse normal exteriores G301 são omitidas das regiões de borda G304 localizadas a meio caminho entre os membros de reforço de estresse por cisalhamento internos G109. Isto serve uma finalidade de reduzir a massa associada às ditas partes do reforço de estresse normal exterior G301, bem como do adesivo usado para unir as ditas partes ao núcleo de espuma G108.

[001134] É preferível que, se o referido reforço de estresse normal G301 for omitido das partes da superfície, a fim de minimizar a massa, as partes remanescentes da superfície do diafragma são deixadas vazias ou pelo menos qualquer revestimento é muito leve, como uma fina camada de tinta, já que isso maximiza a redução de massa.

[001135] A redução na quantidade de material do reforço de estresse normal externo G301 reduz a resistência à dobra do diafragma na região localizada entre os membros de reforço interno adjacentes G109, entretanto esta distância é curta e o efeito adverso associado nas ressonâncias localizadas do diafragma é descompensado pela massa reduzida e redução de suscetibilidade associada para deformação de modo de cisalhamento e dobra. Em alguns casos, o efeito líquido pode ser uma melhoria líquida em termos de ressonâncias localizadas "em blob".

[001136] Voltando-se para ressonâncias não localizadas, tais como dobra do diafragma inteiro, novamente há uma redução na resistência à deformação de modo de dobra devido à reduzida camada externa de

reforço de estresse normal G301, porém isso é descompensado até certo grau pelo fato de que as áreas onde as camadas externas foram omitidas são comparativamente menos eficazes contra dobra do diafragma inteiro nesta região porque elas não estavam conectadas aos membros de reforço interno G109, e; uma redução na massa nas regiões de borda periféricas externas.

[001137] Esta região de borda periférica de cada face principal é importante pois sua localização remota da maior parte do resto do diafragma e do mecanismo de excitação pesado, neste caso uma bobina de motor conectada no meio do diafragma, significa que ela tende a deslocar comparativamente grandes distâncias sob excitação dos modos de ressonância de ruptura chave. O descarregamento das regiões de borda periférica tende a proporcionar benefícios sem desvantagens, sendo uma redução desproporcional na ruptura do diafragma, bem como uma redução na massa do diafragma.

[001138] Observe que, no caso desta estrutura de diafragma, as regiões de borda onde o material/camada de reforço de estresse normal são omitidos são menos suscetíveis a ressonâncias localizadas, em comparação às regiões de borda onde as camadas externas são omitidas, devido à presença de material do reforço de estresse normal anti-cisalhamento G109. Em outras palavras, a periferia exterior de cada recesso G108 está conectada ou localizada diretamente no reforço de estresse interno adjacente para, desse modo, reforçar as regiões de borda periféricas da face principal que incluem reforço de estresse normal. Além disso, é preferível que o reforço de estresse normal externo G301 esteja rigidamente conectado ao (s) membro (s) de reforço interno (s) G109 para aumentar o benefício simbiótico. Por estas razões, é preferível que o reforço de tensão normal G301 seja omitido nas regiões de bordo periféricas que estão localizadas adjacentes ou entre, mas não diretamente sobre, membros de reforço interno G109.

[001139] A figura G4 mostra uma outra variação da configuração R2 da estrutura do diafragma da figura G3. Neste exemplo, múltiplos recessos são formados em regiões de borda opostas de cada placa reforço de estresse normal G401, deixando escoras que se afunilam para fora em direção às regiões de borda.

[001140] A figura G5 mostra uma outra variação da configuração R2 da estrutura do diafragma da figura G3. Neste exemplo, a estrutura do diafragma é semelhante àquela mostrada na Figura G4, exceto que a espessura do reforço de estresse normal também é reduzida em direção às bordas de perímetro / periféricas remotas da região da base central. O reforço de tensão normal é relativamente grosso no local G501 e reduz no local G503 para uma seção relativamente mais fina G502 adjacente aos recessos. Esta construção poderia ser feita, por exemplo, usando um único componente combinando áreas grossas G501 e áreas finas G502, ou dois componentes laminados, um componente estendendo-se para a região G502, e o outro parando no local G503. A redução em espessura pode ser escalonada ou de outro modo afunilada em outros exemplos, reduzindo em direção à borda periférica da face principal associada.

[001141] Como ilustrado nas Figuras G3, G4 e G5, a referida redução na quantidade de reforço de estresse normal exterior, para regiões de perímetro de borda afastadas da região de base (onde o mecanismo de excitação e / ou centro de localização de massa quando a estrutura de diafragma é parte de uma montagem do diafragma é exibida) pode ocorrer, por exemplo, ao se afinar uma camada de reforço de estresse normal externa, omissão de camada reforço de estresse normal de certas zonas / regiões, estreitamento de escoras, afunilamento de reforço e qualquer outro método possível de redução de massa tal como seria prontamente evidente para os versados na técnica. Além disso, a estrutura do diafragma pode compreender uma redução afunilada de massa nas regiões de borda periféricas, onde a massa é reduzida quanto mais perto da borda da face

principal. Isto pode ser feito através de um aumento na largura dos recessos, ou um afunilamento da espessura das placas de reforço, ou um afunilamento da espessura e / ou largura das escoras de reforço, por exemplo. Também é preferível que as regiões periféricas de massa reduzida estejam localizadas adjacentes ou entre regiões da face principal que são diretamente adjacentes ou localizadas sobre reforço de estresse interno, ou em outras palavras, as regiões periféricas incluindo reforço de estresse normal localizado diretamente adjacente ou sobre membros de reforço interior de estresse da estrutura do diafragma.

[001142] As Figuras G7 e G8 mostram dois outros exemplos de uma configuração R2 da estrutura da invenção. Nestes exemplos, a quantidade / massa de reforço de estresse normal exterior G601 é reduzida em regiões G602 em ou próximas das bordas da face principal associada. Por exemplo, na variação da Figura G7, a largura do membro de reforço de estresse normal superior é reduzida, um recesso ou entalhe triangular está localizado em cada extremidade do reforço de estresse normal e duas aberturas/recessos triangulares adicionais são formadas em cada lado e adjacentes a cada recesso triangular. O membro de reforço de estresse normal inferior (que se estende sobre três faces principais do corpo do diafragma) tem duas faces angulares opostas omitidas. As outras duas faces angulares opostas têm recessos triangulares formados em suas extremidades terminais e duas aberturas triangulares adicionais são formadas em ambos os lados e adjacentes ao recesso triangular. Desta maneira, os recessos causam uma redução na massa das regiões adjacentes de reforço de estresse normal das faces principais associadas que estão distais da região de base. As regiões externas são regiões distais da região de base, onde a bobina do motor G112 e o molde G111 de um conjunto de diafragmas que incorpora esta estrutura estão localizadas.

[001143] No exemplo da figura G8, os membros de reforço de estresse normal compreendem uma série de escoras. As escoras ao longo

da face principal superior compreendem um par de escoras longitudinais que se estendem substancialmente paralelas e distais às bordas longitudinais da face principal. Um par de escoras transversais é então localizado em cada extremidade e se estende entre o par de escoras longitudinais. Na parte inferior do corpo do diafragma, o reforço de estresse normal (que também se estende por três faces principais) compreende uma série de escoras que formam uma forma fechada incluindo um par de dentes triangulares adjacentes em cada um dentre um par de faces angulares opostas e um par de escoras longitudinais estendendo-se ao longo da borda de uma face central entre as faces angulares e conectando-se aos dentes de cada face angular. Nesta variação, o reforço de estresse normal reduz em espessura nas regiões de borda periféricas G801 através dos desníveis G802 para assim reduzir ainda mais a quantidade / massa de reforço de tensão normal nestas regiões exteriores que são distais da região de base. A região da base é onde um centro de massa de um conjunto de diafragmas incluindo a estrutura do diafragma e a bobina do motor G112 e o molde G111 estão expostos. Será apreciado que em cada um desses exemplos, os recessos e as aberturas podem assumir formas alternativas tais como arqueadas, anulares ou semelhantes. Será também apreciado que no exemplo da figura G8, enquanto a redução na espessura é escalonada em G802, isto pode alternativamente ser gradual noutras modalidades.

[001144] A Figura A9 ilustra a modalidade A9 que é um exemplo de configuração R2 implementada num conjunto de diafragma de ação rotacional de diafragma único.

[001145] A figura D1 ilustra a modalidade D1 que é um exemplo da configuração R2 implementada num conjunto de diafragma de ação rotacional de vários diafragmas.

Configuração R3

[001146] Uma outra configuração de estrutura de diafragma da invenção, concebida para tratar simultaneamente de questões de ressonância resultantes da deformação por cisalhamento no núcleo e da massa elevada nas extremidades do diafragma, será agora descrita com referência a um primeiro exemplo mostrado nas figuras A1 e A2. Esta estrutura do diafragma irá aqui ser referida como a configuração R3. A estrutura do diafragma de configuração R3 é uma sub-estrutura da configuração R1 e, como tal, muitas das características incorporadas na estrutura de configuração R1 são também incorporadas na estrutura de configuração R3. A configuração da estrutura do diafragma R3 consiste em uma estrutura de diafragma de acordo com a configuração R1, em que uma ou mais regiões periféricas do corpo do diafragma que são distais da região da base da estrutura do diafragma são reduzidas em espessura em relação ao resto do corpo do diafragma e / ou em relação a regiões que estão próximas da região de base da estrutura do diafragma. Isso tem o efeito de reduzir a massa da estrutura do diafragma em regiões distais do centro de massa, como na configuração R2 da estrutura. Na implementação mais preferida da configuração R3, uma ou mais regiões periféricas distais ou remotas da região de base da estrutura do diafragma compreendem uma espessura reduzida em relação à(s) região(ões) próximas da região de base. No exemplo da modalidade A do transdutor de áudio mostrado nas figuras A1, A2 e A15, a estrutura do diafragma A1300 é em forma de cunha e afunila em espessura ao longo do comprimento do corpo desde uma extremidade mais grossa A1300b até uma extremidade fina A1300a. É preferível que a redução na espessura / afunilamento seja gradual e contínua, mas pode alternativamente ser escalonada ou compreender qualquer outro perfil, e / ou o afunilamento pode começar em uma região que esteja a meio caminho ao longo do comprimento do corpo e não necessariamente localizada na região periférica. A(s) região(ões) periférica(s) de espessura reduzida é (são) de preferência aquela (s) mais

afastada(s) da região de base da estrutura do diafragma. Neste exemplo, uma extremidade do corpo do diafragma A208 na ou adjacente à região base A1300b e configurada para acoplar a estrutura da base do diafragma é mais grossa do que uma região da extremidade oposta A1300a distal da região da base.

[001147] No exemplo da modalidade A, um envelope ou perfil de espessura entre a região de base A1300b do corpo do diafragma e uma região periférica oposta A1300a mais distal da região da base é inclinado em pelo menos cerca de 4 graus em relação ao plano coronal do corpo do diafragma e mais preferencialmente pelo menos aproximadamente 5 graus em relação ao plano coronal do corpo do diafragma A208. Por exemplo, o ângulo A223 mostrado na figura A2f indica que a face principal A214 da estrutura do diafragma A1300 está inclinada aproximadamente a 7,5 graus do plano coronal A213.

[001148] Outro exemplo de uma estrutura de diafragma de configuração R3 é mostrado em relação à modalidade de transdutor de áudio mostrada na Figura G6. O corpo de diafragma G602 compreende uma ou mais regiões periféricas de espessura reduzida que são distais de uma região de base central da estrutura de diafragma (em ou próxima à estrutura da base do conjunto do diafragma, incluindo a bobina do motor G112 e o molde G111 acoplado à estrutura do diafragma). Como mencionado, a redução da espessura reduz a massa da estrutura do diafragma nessas regiões distais. O corpo do diafragma compreende uma forma trapezoidal truncada em que o corpo afunila e reduz em espessura para o exterior a partir da região da base central. Neste exemplo, toda a periferia sendo composta de todas as regiões periféricas compreende uma espessura reduzida em relação à região central, que compreende uma parte relativamente mais grossa e, de preferência, a parte de fato mais grossa do corpo do diafragma.

[001149] A configuração R3 da estrutura do diafragma atinge um resultado semelhante ao alcançado pela estrutura do diafragma da configuração R2, pela redução da massa da estrutura do diafragma em regiões distais (de preferência mais distais) da região da base. Note que em ambos os exemplos as regiões periféricas não devem ser feitas muito finas, pois a geometria pode não suportar o reforço de estresse normal externo (por exemplo, G601) e a própria massa do núcleo (por exemplo G602) contra ressonâncias transversais localizadas facilitadas por dobra do núcleo próximo à borda e / ou ressonâncias em blob de núcleo facilitadas por cisalhamento do material do núcleo (estes modos podem tender a virarem a mesma coisa neste caso). Em outras palavras, a estrutura preferivelmente permanece substancialmente rígida nestas regiões periféricas. Os membros de reforço interno (por exemplo, G603) tratam de questões de cisalhamento do núcleo.

Configuração R4

[001150] Ainda outra subestrutura da configuração R1 da estrutura do diafragma da invenção será agora descrita. Esta estrutura de diafragma será aqui referida como configuração R4 e aborda as mesmas fontes de ressonância de forma mais abrangente que as configurações R2 e R3, ao empregar tanto o afinamento do diafragma do corpo do diafragma em uma ou mais regiões periféricas distais à região de base da estrutura associada como também redução de massa de reforço de estresse normal externo de pelo menos uma face principal em ou adjacente a regiões de borda periféricas da face principal distai da região de base da estrutura (que é essencialmente uma combinação das estruturas de diafragma da configuração R2 e configuração R3).

[001151] A massa reduzida de reforço de estresse normal na(s) região(ões) de borda periférica da região base significa que há menos massa para as regiões periféricas associadas do corpo do diafragma, o que significa que a região periférica do corpo do diafragma pode ser afinada

ainda mais, proporcionando assim um efeito sinérgico. A configuração R4 é exemplificada nas estruturas do diafragma mostradas nas figuras A1/A2, A9, A10, A11 e A12 para a estrutura do tipo corpo do diafragma em forma de cunha, e também é exemplificada nas estruturas do diafragma mostradas nas figuras G7 e G8 para a estrutura do tipo corpo do diafragma de prisma trapezoidal. As formas do reforço de estresse normal são descritas em detalhes na configuração R2 e não serão repetidas para concisão. Da mesma forma, a redução da massa corporal do diafragma para estes exemplos é descrita em detalhe na configuração R3 e não será repetida para a concisão. Em todos estes exemplos, a redução na massa do reforço de estresse normal e a redução na massa / espessura do corpo do diafragma existem nas mesmas regiões periféricas da estrutura do diafragma que são distais (e de preferência as mais distais) da região da base em que a localização do centro de massa de um conjunto de diafragma associado que incorpora a estrutura do diafragma é exibida.

[001152] Por exemplo, dentro da modalidade mostrada na Figura G7, que é similar à modalidade mostrada na Figura G6, exceto que partes do reforço de estresse normal externo G701 são omitidas para reduzir a massa, e em particular são omitidas das regiões de borda periféricas localizadas no meio do caminho entre os membros de reforço internos G603. Isto serve uma finalidade de reduzir a massa associada às ditas partes das camadas exteriores G701, bem como do adesivo usado para unir as ditas partes ao núcleo de espuma G602, das áreas de borda críticas. O efeito de rede é uma redução na massa da região periférica, de modo que o núcleo do corpo do diafragma G602 tem apenas que suportar sua própria massa.

[001153] Como descrito anteriormente em relação à configuração R2, é preferível que quando partes do reforço de estresse normal G701 sejam omitidas, isto ocorre em áreas entre os membros de reforço interno G603.

[001154] Embora uma finalidade importante da configuração da estrutura do diafragma R4 seja a mitigação dos efeitos adversos associados aos modos de ressonância de ruptura do diafragma, o afinamento das regiões periféricas do diafragma e a remoção do material de reforço das regiões da borda periférica têm um benefício adicional de que a massa total do diafragma reduz e a eficiência melhora.

2.3 Transdutores de áudio das Configurações R5-R7

[001155] Alto-falantes convencionais com diafragmas do tipo membrana cônica e de cúpula sofrem vários modos de ressonância do tipo membrana, que são por vezes abordados por técnicas, tais como o equilíbrio e melhoria da precisão de fabrico para minimizar a excitação dos modos, sempre que possível, e também por amortecimento através do uso de materiais de diafragma tais como plástico, revestidos ou cortados etc. papel, seda e Kevlar.

[001156] O componente "envoltório de diafragma" desempenha um papel crucial nos diafragmas convencionais de membrana fina: 1) apoiar a borda do diafragma frágil de modo que ela não toque nos componentes ao redor enquanto flexiona; 2) ressonâncias de amortecimento, uma vez que o diafragma pode ter baixa rigidez em termos de resistência a certas ressonâncias, como os modos "gongo".

[001157] Os componentes convencionais de suspensão de diafragma de envoltório e aranha criam um comprometimento de três vias problemático pelo qual a exigência de aumentar a excursão do diafragma ou reduzir a frequência de ressonância fundamental do diafragma resulta em um componente de suspensão maior e menos consistente, respectivamente, que aumenta os problemas de ressonância na extremidade superior da largura de banda de frequência de um interlocutor. Em termos simples, isso significa que o baixo melhorado resulta em um aumento indesejável de ressonância.

[001158] No entanto, os componentes de suspensão de envoltório do diafragma são onipresentes, inclusive em combinação com uma variedade de tipos de diafragma sem membrana.

[001159] Este benefício simbiótico não se aplica, contudo, quando um envoltório convencional é combinado com um diafragma grosso, de projeto de abordagem rígida.

[001160] Um transdutor de áudio que combina uma estrutura de diafragma substancialmente rígida com uma região periférica exterior que é substancialmente livre de conexão física com uma estrutura envolvente, provê várias vantagens. Em primeiro lugar, a região periférica do diafragma pode ser menos rígida e mais leve, uma vez que já não tem de suportar o envoltório, e apenas tem de suportar a sua própria massa relativamente baixa. As regiões de diafragma intermediárias, por sua vez, podem ser significativamente mais leves, uma vez que não precisam mais suportar o o envoltório, nem o componente da massa da região periférica que foi eliminado. A base do diafragma pode ser ainda mais leve, uma vez que não precisa mais suportar o envoltório, nem o componente da massa da região periférica que foi eliminado, nem o componente da massa da região intermediária que foi eliminado. A bobina eletromagnética pode agora ser mais leve devido à redução da massa em outros lugares. No caso de um diafragma de ação rotativa, o mecanismo de dobradiça carrega menos massa e, portanto, fornece suporte aprimorado.

[001161] Várias configurações de transdutor de áudio que foram projetadas para abordar algumas das deficiências mencionadas acima, usando estes princípios identificados, serão agora descritas com referência a alguns exemplos. As configurações de transdutor de áudio a seguir serão referidas neste documento como configurações R5- R7 por uma questão de concisão. As configurações R5- R7 de transdutores de áudio serão descritas mais detalhadamente com referência a exemplos, entretanto, apreciar-se-á que a invenção não se destina a ser limitada a estes

exemplos. A menos que indicado de outra forma, referência à configuração R5-R7 de transdutores de áudio neste relatório descritivo deve ser interpretada a significar qualquer um dentre os seguintes transdutores de áudio exemplares descritos, ou qualquer outro transdutor de áudio que compreende os recursos destas configurações, como seria evidente para aqueles versados na técnica.

Periferia livre

[001162] Em cada um dos transdutores de áudio de configuração R5-R7, o transdutor de áudio consiste em um conjunto de diafragma que possui uma estrutura de diafragma com uma ou mais regiões periféricas que está livre de conexão física com a estrutura de envoltório do transdutor.

[001163] A expressão “livre de conexão física”, conforme usada neste contexto, significa que não há conexão física direta ou indireta entre a região livre associada da periferia da estrutura do diafragma e o alojamento. Por exemplo, as regiões livres ou não conectadas são de preferência não conectadas ao alojamento seja diretamente seja através de um componente sólido intermediário, tal como um envoltório sólido, uma suspensão sólida ou um elemento de vedação sólido, e são separadas da estrutura na qual estão suspensas ou normalmente serão suspensas por uma lacuna. A lacuna é de preferência uma lacuna de fluido, tal como uma lacuna de gases ou líquido.

[001164] Além disso, o termo alojamento neste contexto destina-se também a cobrir qualquer outra estrutura circundante que acomode pelo menos uma porção substancial da estrutura do diafragma entre as mesmas ou dentro delas. Por exemplo, um defletor que possa envolver uma parte ou toda a estrutura do diafragma, ou mesmo uma parede que se estenda de outra parte do transdutor de áudio e envolva pelo menos uma porção da estrutura do diafragma, pode constituir um alojamento ou pelo menos uma estrutura circundante neste contexto. A frase livre de conexão física pode, portanto, ser interpretada como livre de associação física com outra parte

sólida circundante em alguns casos A estrutura de base do transdutor pode ser considerada como uma parte que circunda um sólido Nas modalidades de ação rotativa da invenção, por exemplo, partes da região de base da estrutura de diafragma podem ser consideradas fisicamente conectadas e suspensas em relação à estrutura de base de transdutor pelo conjunto de dobradiça associado. O restante da periferia da estrutura do diafragma, no entanto, pode estar livre de conexão e, por conseguinte, a estrutura do diafragma compreende pelo menos uma periferia parcialmente livre.

[001165] A frase “pelo menos parcialmente livre de conexão física” (ou outras frases similares como “periferia pelo menos parcialmente livre” ou às vezes abreviada como “periferia livre”) usada em relação à periferia externa nesta especificação pretende significar uma periferia onde:

aproximadamente toda a periferia está livre de conexão física, ou
caso contrário, no caso em que a periferia está fisicamente conectada a uma estrutura circundante /alojamento, pelo menos uma ou mais regiões periféricas estão livres de conexão física de tal modo que estas regiões constituem uma descontinuidade na conexão no perímetro entre a periferia e a estrutura envolvente.

[001166] Uma estrutura do diafragma de periferia que está fisicamente conectada ao longo de uma ou mais bordas ao longo de aproximadamente um comprimento inteiro da periferia, mas livre de conexão ao longo de uma ou mais outras bordas ou lados periféricos (como a suspensão convencional mostrada na figura G1) não constitui uma estrutura de diafragma que compreende uma periferia externa que está pelo menos parcialmente livre de conexão física, como neste caso todo o comprimento periférico ou perímetro é suportado em pelo menos uma região, e não há descontinuidade na conexão em torno do perímetro.

[001167] Como tal, no caso em que o transdutor de áudio compreende uma suspensão sólida, incluindo por exemplo um elemento de envoltório ou vedação sólido, a suspensão sólida liga preferencialmente a

estrutura do diafragma ao alojamento ou estrutura circundante com uma descontinuidade na conexão em torno da periferia. Por exemplo, a suspensão conecta a estrutura do diafragma ao longo de um comprimento que é menor que 80% do perímetro da periferia. Preferencialmente, a suspensão conecta a estrutura do diafragma ao longo de um comprimento que é menor que 50% do perímetro da periferia. Mais preferencialmente, a suspensão conecta a estrutura do diafragma ao longo de um comprimento que é menor que 20% do perímetro da periferia.

[001168] A modalidade do transdutor de áudio mostrada nas figuras G9A-E (doravante referida como modalidade G9) é um exemplo de uma implementação de periferia parcialmente livre. Este transdutor de áudio é semelhante ao mostrado nas figuras G1a-c. O conjunto magnético e a carcaça G103 e a aranha G105 são o mesmo conjunto mostrado nas figuras G1a-c, e o conjunto do diafragma G600 é o mesmo conjunto mostrado nas figuras G6a-f. As únicas outras diferenças são que a suspensão da estrutura do diafragma G102 é substituída por vários membros de suspensão G901 causando uma descontinuidade na suspensão em torno do perímetro. Desta maneira, esta modalidade constitui um design de borda livre, no qual uma ou mais regiões periféricas exteriores G908 da estrutura do diafragma estão livres de conexão física com o envoltório G902. Nas regiões de periferia livres G908, uma lacuna de ar G903 existe entre a periferia externa da estrutura do diafragma e a estrutura circundante G902 (em locais G902b da estrutura G902). A estrutura circundante G902 pode ser rigidamente acoplada a uma carcaça G103.

[001169] Como mostrado, de preferência a uma ou mais regiões periféricas G908 que estão livres de conexão física constituem pelo menos 20% de todo um perímetro da estrutura do diafragma (por exemplo, aproximadamente $2 \times G906 + 2 \times G905$). Mais preferivelmente, a uma ou mais regiões periféricas livres constituem pelo menos 50%, ou pelo menos 80%

do perímetro. Esta falta de conexão física proporciona vantagens sobre modalidades que têm um grau de conexão mais elevado em torno do perímetro da estrutura do diafragma. Uma vantagem é que um W_n fundamental inferior é facilitado, outra é que, como os envoltórios são propensos a ressonâncias mecânicas adversas, a redução da área e o comprimento periférico do componente de propagação do som podem trazer benefícios à qualidade do som. Uma periferia que é mesmo parcialmente livre de conexão física, e.g. ao longo de aproximadamente 20% do perímetro, ainda proporciona uma vantagem significativa na largura de banda de operação (por exemplo, diminuindo a frequência fundamental W_n) e reduzindo a distorção produzida pela quebra do envoltório. Como outro exemplo, se uma periferia for parcialmente livre de conexão física e o material circundante que permanecer for engrossado, de modo que a frequência fundamental do diafragma permaneça inalterada, isso pode fazer com que os modos de ressonância inerentes no envoltório aumentem em frequência. As partes das regiões periféricas do diafragma G908 que estão livres de conexão são separadas da estrutura circundante G902 por uma lacuna de ar G903. De preferência, esta lacuna é substancialmente pequena. Por exemplo, pode estar entre 0,2-4 mm em algumas aplicações.

[001170] Os membros de suspensão do diafragma G901 conectam o diafragma G600 à face principal G902a da estrutura circundante G902, que neste caso é uma placa de guia G902 da carcaça G103. Em combinação com a aranha G105, isto fornece um sistema de suspensão de diafragma que suspende operacionalmente o conjunto do diafragma G600 dentro do conjunto de ímã e carcaça. Cada membro da suspensão do diafragma G901 consiste em uma região flexível G901a e nas abas de conexão G901b e G901c. As abas G901c fornecem a área da superfície para anexar à face principal da placa guia G902a. As abas G901c fixam-se ao reforço externo G601 e ao núcleo G602 na periferia externa da estrutura do diafragma. Nesta modalidade, os membros de suspensão do diafragma

G901 são feitos de uma borracha. Outros materiais adequados incluem metais, tais como mola de aço e titânio, silício, espumas de célula fechada e plásticos. Estes componentes são componentes de suspensão sólidos (por exemplo, não uma suspensão fluida). A geometria, por exemplo, o comprimento G907 e a largura da região G901a têm um grande efeito na complacência do sistema de suspensão. A combinação de geometria do material e módulo de Young deve preferencialmente ser complacente para fornecer a este transdutor uma frequência fundamental substancialmente baixa W_n .

[001171] É preferido para qualquer modalidade do transdutor de áudio que a periferia da estrutura do diafragma esteja pelo menos parcialmente e significativamente livre de conexão física. Por exemplo, uma periferia significativamente livre pode compreender uma ou mais regiões periféricas livres que constituem aproximadamente pelo menos 20 por cento de um comprimento ou perímetro bidimensional da periferia exterior, ou mais preferivelmente aproximadamente pelo menos 30 por cento do comprimento ou perímetro bidimensional da periferia exterior. Mais preferencialmente, a estrutura do diafragma está substancialmente livre de conexão física, tal como ao longo de pelo menos 50 por cento do comprimento ou do perímetro bidimensional da periferia externa, livre de conexão física, ou, mais preferencialmente, ao longo de pelo menos 80 por cento do comprimento ou do perímetro bidimensional da periferia externa. Mais preferencialmente, a estrutura do diafragma está aproximadamente totalmente livre de conexão física.

[001172] Em algumas modalidades desta invenção, um fluido ferromagnético pode ser utilizado para apoiar a periferia externa da estrutura do diafragma, tal como descrito para as modalidades P e Y nas seções 5.2.1 e 5.2.5 deste relatório descritivo, respectivamente. Um fluido ferromagnético não constitui um componente sólido, tal como uma suspensão sólida, desde que não haja substancialmente nenhuma conexão

mecânica física (como definido pelos critérios acima) feita entre a periferia externa da estrutura do diafragma e a periferia interna da estrutura circundante. Um ferrofluido ou outro fluido de suspensão pode estar localizado nos intervalos G903 da modalidade do transdutor G9, por exemplo, e a estrutura do diafragma ainda seria considerada do tipo de periferia livre.

[001173] Neste relatório descritivo, quando é feita referência (fora desta seção 2.3) a uma configuração de periferia livre, ou uma configuração de periferia livre conforme definida na seção 2.3, ou qualquer outra referência similar, então salvo indicação em contrário, tal configuração não se destina a ser limitada aos recursos adicionais descritos nas seções 2.3.1-2.3.3 abaixo, embora esses recursos adicionais não sejam impedidos de serem uma subconfiguração dessa referência.

2.3.1 Configuração R5

[001174] Uma configuração de transdutor de áudio da invenção será agora descrita com referência à figura A6g. O transdutor de áudio A100 será referenciado como configuração R5, no entanto, é importante observar que a estrutura do diafragma empregada neste transdutor de áudio não é necessariamente uma sub-estrutura da configuração R1 da estrutura do diafragma, mas pode estar em algumas variações. O transdutor de áudio da configuração R5 proporciona um comportamento de ruptura do diafragma melhor, eliminando substancialmente e simultaneamente o envoltório suspensão do diafragma e reduzindo a massa de reforço de estresse normal externa numa ou mais regiões periféricas do corpo do diafragma A208 / estrutura de diafragma A1300 que estão distais da região de base A222. O transdutor de áudio da configuração R5 consiste em um conjunto de diafragma A101 tendo uma estrutura de diafragma A1300 com uma ou mais regiões periféricas que está / estão pelo menos parcialmente livres de conexão física com uma estrutura circundante do transdutor e um corpo de diafragma substancialmente leve A208 com reforço de estresse normal

externo associado com uma ou mais faces principais que reduz em massa em direção a uma ou mais regiões de borda periféricas da face principal que são distais da região de base A222 da estrutura do diafragma.

[001175] Como mostrado na configuração R5 de transdutor de áudio da figura A6g, o conjunto de transdutor de áudio A100 (que também pode ser referido nesta invenção como um dispositivo de áudio incorporando um transdutor de áudio) é composto por uma membrana A101 incluindo uma estrutura do diafragma A1300 (mostrada na figura A15) tendo um corpo A208 com uma ou mais faces que são reforçadas com o reforço de estresse normal externo A2076/A207 (tal como nas configurações R1, R2 e R4 anteriormente descritas de estrutura do diafragma). Assim como na configuração R2 da estrutura do diafragma, o reforço de estresse normal da estrutura do diafragma do transdutor de áudio de configuração R5 compreende uma distribuição de massa que resulta em uma quantidade relativamente menor de massa em uma ou mais regiões de borda periféricas da face principal associada que é / distal da região de base da estrutura do diafragma ou que estão distal da localização do centro de massa do conjunto de diafragma.

[001176] O transdutor de áudio compreende ainda um alojamento ou envoltório A601 na forma de um invólucro e / ou defletor, por exemplo, para acomodar o conjunto de diafragma A101 em si. O alojamento, de preferência, também acomoda a estrutura de base do transdutor A115 em si. Além da redução de massa no reforço de estresse normal, a estrutura de diafragma A1300 compreende uma periferia externa que é, pelo menos parcialmente, livre de conexão física com um interior da estrutura circundante, sendo o alojamento A601 neste exemplo. Neste exemplo, aproximadamente 96% da periferia da estrutura do diafragma A1300 está livre de conexão física com qualquer estrutura envolvente incluindo o alojamento A601 e a estrutura de base do transdutor, e é espaçada da parede interior do alojamento conforme mostrado por lacunas de ar A607.

Dessa forma, a periferia exterior está aproximadamente totalmente livre de conexão física. A região de base A222 é, no entanto, suspensa por um sistema de suspensão de diafragma relativamente à estrutura de base do transdutor e estabelece uma conexão física com a estrutura de base nas articulações de dobradiça (que constituem aproximadamente 4% do perímetro de borda periférica). Entretanto, em algumas variações, a periferia da estrutura do diafragma pode ser apenas parcialmente livre de conexão física com o alojamento, por uma quantidade diferente mencionada acima, mas ainda significativamente livre de conexão física. Por exemplo, para que uma estrutura do diafragma seja significativamente livre de conexão física, preferencialmente a uma ou mais regiões periféricas livres de conexão física constituem aproximadamente pelo menos 20 por cento de um comprimento ou perímetro bidimensional da periferia exterior, ou mais preferivelmente aproximadamente pelo menos 30 por cento do comprimento ou perímetro bidimensional da periferia exterior. Mais preferencialmente, a estrutura do diafragma está substancialmente livre de conexão física, tal como ao longo de pelo menos 50 por cento do comprimento ou do perímetro bidimensional da periferia externa, livre de conexão física, ou, mais preferencialmente, ao longo de pelo menos 80 por cento do comprimento ou do perímetro bidimensional da periferia externa.

[001177] Neste exemplo, pelo menos uma ou mais regiões periféricas livres de conexão física compreendem pelo menos uma região periférica (por exemplo, a borda oposta à região de base do conjunto do diafragma) que é mais distal da região de base da estrutura do diafragma.

[001178] A configuração R5 é usada no transdutor de áudio A100 de modalidade A. Será apreciado, no entanto, que a estrutura do diafragma utilizada nesta configuração de transdutor de áudio pode ser qualquer uma dentre a configuração R1-R4 da estrutura de diafragma ou qualquer outra estrutura de diafragma incluindo um corpo de diafragma tendo uma ou mais faces principais e reforço de estresse normal acoplado adjacente a pelo

menos uma das referidas faces principais para resistir a estresses de compressão-tensão experimentados pelo corpo durante a operação, em que uma distribuição de massa do reforço de tensão normal é tal que uma quantidade relativamente menor de massa está em uma ou mais regiões distais de um local de centro de massa do conjunto do diafragma. Um exemplo de conjunto de diafragma que pode ser usado no lugar do conjunto de diafragma A101 é mostrado na Figura A11 por exemplo. Este conjunto é semelhante ao da modalidade A, exceto que o núcleo A1004, opcionalmente, não têm interior de reforço anti cisalhamento laminado dentro de si, e que o reforço de estresse normal externo consiste de uma fina lâmina. A lâmina é mais grossa na região A1101, próxima à base de massa relativamente elevada do conjunto de diafragma e é mais fina na região A1102 que é voltada para a ponta do diafragma em uma ou mais regiões distais. A mudança de desnível em espessura pode ser vista na vista detalhada da Figura A11b no local A1103. Neste exemplo, a uma ou mais regiões distais do corpo do diafragma estão alinhadas com uma ou mais regiões distais do reforço de estresse normal que têm uma espessura ou massa reduzida. Como mencionado anteriormente para outras configurações, a alteração na espessura pode ser afunilada ou gradual em algumas variações alternativas. Nesta variação, a região de espessura reduzida A1102 é a mais próxima região de ponta / borda do diafragma mais distal da região configurada para acoplar um mecanismo de excitação em uso.

[001179] Será apreciado que existem muitas variações alternativas que atingem uma redução da massa do reforço de estresse normal nas regiões distais do centro de massa, como descrito anteriormente para a configuração R1 e R2, por exemplo. Essas variações também são possíveis para a estrutura do diafragma do transdutor de áudio de configuração R5, mas sem limitação. Por exemplo, o reforço de estresse normal exterior das estruturas de diafragma das figuras A1 / A2, A9, A10, A12, G3, G4 e G7

pode, alternativamente, ser utilizado. Note que os diafragmas das figuras G3, G4 e G7 precisariam ser posicionados com uma suspensão de diafragma que deixa a periferia pelo menos parcialmente livre de conexão física a fim constituir uma configuração R5 (por exemplo, como na modalidade G9 ou similar). Além disso, em algumas variações, a estrutura do diafragma também pode compreender reforço de estresse interno como qualquer uma das estruturas de diafragma descritas na configuração R1. Será apreciado que a estrutura do diafragma utilizada nesta configuração de transdutor de áudio pode compreender qualquer combinação de uma ou mais das seguintes características (descritas anteriormente):

[001180] Preferencialmente, uma ou mais regiões mais distais da localização do centro de massa são destituídas de qualquer reforço de estresse normal;

o corpo do diafragma compreende uma massa relativamente menor na uma ou mais regiões distais da localização do centro de massa;

o corpo do diafragma compreende uma espessura relativamente menor na uma ou mais regiões distais. A espessura pode ser afunilada em direção à uma ou mais regiões distais ou escalonada;

a espessura do corpo do diafragma é continuamente afunilada de uma região em ou próxima à localização do centro de massa até a uma ou mais regiões mais distais da localização do centro de massa; e/ou

a uma ou mais regiões distais do corpo do diafragma estão alinhadas com uma ou mais regiões distais do reforço de estresse normal que têm uma espessura ou massa reduzida.

[001181] Partes do reforço de estresse normal localizado perto da região da base da estrutura do diafragma recebem mais carga sob condições de rompimento, uma vez que estão no meio tendo que suportar outras partes distantes do diafragma, como as regiões de borda distais da região da base e a base do diafragma pesado e o componente de transferência de força, contra a dobra do diafragma. Isso significa que é

mais ideal que regiões sem borda (distais da base) tenham um reforço externo mais grosso. Partes das camadas externas localizadas longe do centro de massa do conjunto do diafragma e perto da periferia, por outro lado, não precisam suportar partes distantes do diafragma, de modo que o reforço de tensão normal externo pode ser reduzido, como já foi dito. descrito acima.

[001182] O conjunto do diafragma da figura A11 também apresenta a espessura do diafragma afunilando em direção a regiões periféricas externas remotas da região base da estrutura do diafragma e / ou centro de massa do conjunto do diafragma como na configuração R3 da estrutura do diafragma, o que significa que as desvantagens resultantes da massa de diafragma em excesso associada a espessura excessiva na região periférica também serão eliminadas, mas será apreciado que, numa modalidade alternativa, a espessura não pode ser afunilada e substancialmente uniforme ao longo do comprimento do corpo do diafragma.

[001183] Em algumas implementações destas configurações, um fluido ferromagnético pode ser utilizado para apoiar a periferia externa do conjunto de diafragma, tal como descrito para as modalidades P e Y nas seções 5.2.1 e 5.2.5 deste relatório descritivo, respectivamente. Como mencionado acima, uma variação de fluido ferromagnético ainda residiria no escopo desta configuração, desde que não haja substancialmente nenhuma conexão mecânica física (como definido pelos critérios acima) feita entre a periferia externa do conjunto de diafragma e a periferia interna da estrutura circundante. Qualquer um dos transdutores de áudio de ação rotacional, incluindo por exemplo a modalidade A de transdutor descrita no ponto 2.2 deste relatório descritivo, pode ser modificado para incluir um suporte de fluido ferromagnético para a estrutura do diafragma associada ou o conjunto e a invenção não se destinam a ser limitados a suportar

transdutores de áudio de conjuntos de diafragma de ação linear, tal como exemplificado nas modalidades P e Y.

2.3.2 Configuração R6

[001184] Outra configuração de transdutor de áudio da invenção será agora descrita com referência às figuras A6g e figura A10. Esta configuração de transdutor de áudio é uma subconfiguração do transdutor de áudio de configuração R5 e será, daqui em diante, referida como configuração R6. O transdutor de áudio de configuração R6 da presente invenção compreende um transdutor de áudio tendo um corpo de diafragma leve (preferencialmente de espuma) que é reforçado por reforço de estresse normal externo em uma ou mais faces principais do corpo do diafragma. A estrutura do diafragma pode ou não compreender reforço de estresse interno como descrito para as configurações R1-R4. A figura A6g mostra a periferia da estrutura do diafragma pelo menos parcialmente livre de conexão física com o alojamento circundante. A descrição acima em relação à configuração R5 descreve as características deste design de periferia livre. Com referência à figura A10, no conjunto de transdutor de áudio de configuração R6, o conjunto de diafragma da figura A10 é utilizado no transdutor de áudio da modalidade A e compreende uma estrutura de diafragma tendo membros de reforço de estresse normal A1001 que compreendem uma ou mais regiões de massa reduzida conforme a estrutura do diafragma do transdutor de áudio da configuração R5. Nesta configuração, a estrutura de diafragma é destituída de qualquer reforço de estresse normal em uma ou mais regiões de borda periféricas A1002 da face principal associada, cada região de borda periférica A1002 estando localizada em ou além de um raio centrado numa localização de centro de massa do conjunto de diafragma que está a 50 por cento de uma distância total da localização de centro de massa até uma borda periférica mais distal da face principal.

[001185] O centro de localização da massa é uma localização de um centro de massa do conjunto do diafragma que incorpora a estrutura do diafragma de acordo com as configurações descritas anteriormente. O reforço de estresse normal A1001 é descontínuo perto de uma ou mais regiões de bordo periféricas da face principal associada distal da região de base, a fim de alcançar uma redução na massa na área de borda externa crítica. Além disso, um projeto de estrutura de diafragma que é substancialmente livre de conexão física com uma estrutura circundante é empregado conforme a configuração R5. Ou seja, o transdutor de áudio da configuração R6 compreende ainda um alojamento tendo um invólucro e / ou defletor para acomodar o conjunto do diafragma, e a estrutura do diafragma compreende uma ou mais regiões periféricas externas que estão livres de conexão física com um interior do alojamento. Como mencionado, de preferência, a uma ou mais regiões periféricas externas constituem pelo menos 20 por cento de um comprimento da periferia externa da estrutura do diafragma como mostrado na figura A6g. A estrutura do diafragma foi projetada para permanecer substancialmente rígida durante o curso normal de operação. Também existe algum material do reforço de estresse normal omitido da superfície associada numa ou mais regiões periféricas situadas para além de um raio de 50% como anteriormente mencionado, mas mais preferencialmente para além de 80% da distância do centro de massa do conjunto de diafragma. Preferencialmente, há uma pequena lacuna de ar as regiões periféricas da periferia do diafragma que estão livres de conexão física com o interior do alojamento, e o interior do alojamento. Em alguns casos, uma largura da lacuna de ar definida pela distância entre as regiões periféricas da estrutura do diafragma e o alojamento é menor do que $1/10$ avos , e, mais preferencialmente, menor do que $1/20$ avos de um comprimento menor ao longo de uma face principal do corpo do diafragma. Em alguns casos, a largura da lacuna de ar é menor do que $1/20$ avos do

comprimento do corpo do diafragma. Em alguns casos, a largura da lacuna de ar é menor que 1 mm.

[001186] O reforço de estresse normal exterior é omitido nas regiões A1002 de um total de pelo menos aproximadamente 10% da área das faces principais associadas do corpo do diafragma, mais preferivelmente pelo menos aproximadamente 25%, e mais preferivelmente pelo menos aproximadamente 50%. Uma vantagem de omitir o reforço de estresse normal de certas áreas, em oposição a, digamos, afiná-lo, é que não é necessário adesivo. Isso, por sua vez, significa que o corpo do diafragma nessas áreas só precisa ser capaz de suportar sua própria massa. Por esta razão, é preferível (embora não essencial) que as regiões A1002 sem qualquer reforço de tensão normal sejam deixadas destituídas ou não revestidas, a fim de minimizar a massa nesta área crítica, ou pelo menos qualquer revestimento que seja utilizado nestas regiões seja muito leve, como uma fina camada de tinta, por exemplo.

[001187] A modalidade mostrada na Figura A10 é um exemplo de uma estrutura de diafragma que pode ser usada na configuração R6 do conjunto de transdutor de áudio. O núcleo A1004 é sólido e o reforço de estresse normal na superfície do diafragma tem espessura substancialmente uniforme/consistente e tem um espaço vazio ou recesso aproximadamente semicircular em dito reforço de estresse externo que se estende na superfície principal associada do corpo de diafragma a partir da borda distal do corpo do diafragma, oposto à região de base. Apreciar-se-á que o recesso A1002 pode assumir qualquer outra forma ou formato, pode ser retangular ou triangular e/ou pode haver vários recessos, como mostrado no reforço de estresse externo das Figuras A9, G3, G4 e G7, por exemplo. Note que os diafragmas das Figuras G3, G4 e G7 precisariam ser posicionados com uma suspensão de diafragma que sai pelo menos 20% da periferia livre da conexão física a fim constituir uma configuração R6 (por exemplo, posicionada no transdutor de áudio G9). O reforço de estresse

normal A1001 do exemplo da Figura A9 também foi omitido de ambos os lados das duas faces principais do diafragma, ao longo de uma porção substancial ou inteira do comprimento do corpo do diafragma. Entretanto, apreciar-se-á que, em outras modalidades, uma tira de material não pode ser omitida nestas regiões laterais. O reforço de estresse normal externo é idêntico em ambas as faces principais do corpo de diafragma.

[001188] Neste exemplo, o reforço de estresse normal compreende alumínio fino e o núcleo compreende espuma de poliestireno, entretanto, apreciar-se-á que esta é apenas exemplar e outro material para o reforço de estresse normal do corpo de diafragma pode ser utilizado como definido para a configuração R1 da estrutura de diafragma, por exemplo.

[001189] Preferencialmente, o corpo de diafragma é substancialmente grosso em relação a seu comprimento, por exemplo, ele pode ter uma espessura máxima que é superior a 15% de um comprimento do corpo.

[001190] A estrutura de diafragma da configuração R6 do transdutor de áudio pode ou não incorporar membros de reforço de estresse internos como definido para a configuração R1 da estrutura de diafragma, por exemplo.

[001191] Em algumas implementações destas configurações, um fluido ferromagnético pode ser utilizado para apoiar a periferia externa do conjunto de diafragma, tal como descrito para as modalidades P e Y nas seções 5.2.1 e 5.2.5 deste relatório descritivo, respectivamente. Uma variação de ferrofluido ainda residiria no escopo desta configuração, desde que não haja substancialmente nenhuma conexão mecânica física (como definido pelos critérios acima) feita entre a periferia externa do conjunto de diafragma e a periferia interna da estrutura circundante.

2.3.4 Configuração R7

[001192] Referindo-se às Figuras A6g e A12, ainda outra

configuração de um transdutor de áudio da invenção é mostrada. Nesta configuração, a estrutura de diafragma mostrada na Figura A12 é utilizada no transdutor de áudio da modalidade A e, em particular, dentro do conjunto mostrado na Figura A6g. A estrutura de diafragma compreende um corpo de diafragma de núcleo leve enrijecido pelo reforço de estresse normal externo A1201/A1202 na ou perto da superfície ambas as faces principais frontal e posterior do corpo de diafragma. Na configuração, uma série de escoras é utilizada para prover o reforço de estresse externo deixando as outras partes da superfície sem reforço. Como definido para a configuração R5, a configuração R7 do transdutor de áudio compreende, adicionalmente, um alojamento na forma de um invólucro e/ou defletor para acomodar o conjunto de diafragma nele. Além da redução de massa no reforço de estresse normal, esta estrutura de diafragma compreende uma periferia externa que é, pelo menos parcialmente, isenta de conexão física com um interior do alojamento. Nesta modalidade, a periferia está, aproximadamente, inteiramente isenta da conexão, mas, em algumas variações, a periferia pode estar apenas parcialmente isenta da conexão física com o alojamento, mas está preferencialmente isenta da conexão ao longo de pelo menos 20 por cento de um comprimento da periferia externa. A estrutura de diafragma da configuração R7 do transdutor de áudio compreende o reforço de estresse normal externo que está na forma de uma série ou de uma rede de escoras A1201/A1202, para, assim, manter uma superfície principal associada que é substancialmente e quase inteiramente desprovida de reforço de estresse normal.

[001193] Preferencialmente, as escoras são substancialmente estreitas, a fim de reduzir a massa total do reforço de estresse normal e do agente adesivo. Preferencialmente, a concentração de reforço de estresse normal é tal que cada escora compreende uma espessura superior a $1/100^{\circ}$ de sua largura, ou, mais preferencialmente, superior a $1/60^{\circ}$ de sua largura, ou mais preferencialmente superior a $1/20^{\circ}$ de sua largura. Isso significa

que o reforço está concentrado em uma área menor, o que ajuda a reduzir a massa adesiva, provê uma cooperação mais eficaz entre fibras dentro de uma escora por meio de reduzido cisalhamento interno e melhora a conexão e a cooperação com outros componentes de reforço, tais como cruzamentos com outras escoras e conexões a membros de reforço interno.

[001194] A redução na massa adesiva ajuda a reduzir problemas de cisalhamento de núcleo de espuma, particularmente perto da região de zona de borda. As regiões de zona de borda são apoiadas de forma abrangente por escoras, tais como A1201, ou ainda, entre áreas onde as escoras proveem apoio, o corpo de espuma tem apenas de apoiar a sua própria massa contra modos de ressonância 'em blob' localizados.

[001195] A estrutura de diafragma mostrada na Figura A12 também compreende reforço de estresse normal externo que reduz em massa para uma ou mais regiões periféricas que são distais a partir de um centro de localização de massa do conjunto de diafragma incorporando a estrutura de diafragma. As escoras A1201 e A1202 são mais grossas perto da região de base da estrutura de diafragma (perto do eixo de rotação A114 que é proximal ao centro de localização de massa do conjunto), e a partir do intermediário, o comprimento da face principal associada do corpo de diafragma (por exemplo, aproximadamente a meio caminho entre a face principal do corpo de diafragma) para a borda periférica, oposta à região de base, a espessura das escoras de reforço de estresse normal reduz para reduzir a massa. A vista detalhada na Figura A12c mostra o afinamento nas localizações de desnível A1203 nas duas escoras A1201 que fluem paralelas aos lados de cada face principal do corpo de diafragma. A vista detalhada da Figura A12b mostra o afinamento das duas escoras A1202 que fluem diagonalmente ao longo da face principal na localização de desnível A1204, apenas após o cruzamento dessas escoras. A configuração é a mesma em ambas as faces principais do diafragma. Esta alteração na espessura atinge uma redução adicional na massa nas regiões

de borda periférica (distal do centro de massa local), e assim podem melhorar o desempenho de rompimento de diafragma. Apreciar-se-á que, de forma alternativa ou adicional, a redução na massa poderia ser atingida por meio da redução na largura das escoras submetidas ao requisito de que eles acoplem suficientemente à face principal associada. Além disso, qualquer redução na espessura e/ou na largura das escoras poderá, alternativamente, ser afunilada ou gradual em vez de escalonada, ou qualquer combinação destas.

[001196] O projeto de estrutura de diafragma com uma periferia que é substancialmente isenta de conexão física também reduz a massa na periferia de estrutura de diafragma (à medida que não há nenhuma ou mínima suspensão de diafragma conectada aqui), o que resulta em uma cascata de descarga pelo resto do diafragma, e, assim, adicionalmente abordar problemas de cisalhamento de núcleo interno.

[001197] Estes recursos resultam em um alto-falante que produz ressonância mínima dentro da largura de banda operacional e assim tem características de armazenamento de energia excepcionalmente baixas dentro da largura de banda operacional, sem requerer reforço de estresse por cisalhamento interno. Entretanto, apreciar-se-á que em modalidades alternativas, a estrutura de diafragma da configuração R7 do transdutor de áudio pode compreender reforço de estresse por cisalhamento interno como definido para a configuração R1 de estrutura de diafragma, por exemplo.

[001198] Preferencialmente, o reforço de estresse normal tem um módulo específico de pelo menos $8 \text{ MPa}/(\text{kg}/\text{m}^3)$, ou mais preferencialmente pelo menos $20 \text{ MPa}/(\text{kg}/\text{m}^3)$, ou mais preferencialmente pelo menos $100 \text{ MPa}/(\text{kg}/\text{m}^3)$. Preferencialmente, o reforço de estresse normal deve compreender um material anisotrópico com maior rigidez na direção das escoras. Fibra de carbono unidirecional é adequada, idealmente dentre uma alta variedade de módulo, por exemplo, com o

módulo de Young (excluindo a matriz aglutinante) de mais de 450 GPa no eixo, uma vez que a rigidez é frequentemente mais importante do que a intensidade neste pedido. Preferencialmente, o módulo de Young das fibras que compõem o composto é superior a 100 GPa, e mais preferencialmente superior a 200 GPa e mais preferencialmente superior a 400 GPa.

[001199] Preferencialmente, pelo menos 10 por cento de uma área de superfície total da uma ou mais faces principais são desprovidos do reforço de estresse normal, ou pelo menos 25%, ou pelo menos 50% na uma ou mais regiões de zona de borda.

[001200] Neste exemplo da configuração R7, duas ou mais das escoras A1201/A1202 cruzam-se e são unidas em ditos cruzamentos. Preferencialmente, as regiões de cruzamento entre as escoras são localizadas na ou além de 50 por cento de uma distância total de um centro montado de uma localização de massa a uma periferia do diafragma. Outras regiões de cruzamento também podem ser localizadas dentro de 50 por cento da distância total, entretanto.

[001201] Uma ou mais das escoras A1201/A1202 também se estendem longitudinalmente ao longo da face principal associada do corpo de diafragma em direção a pelo menos uma borda periférica da face principal associada e se conectam, na ou perto da borda periférica comum à outra escora correspondente A1201/A1202 localizada na ou perto da face principal oposta. Preferencialmente, dita conexão forma a um reforço substancialmente triangular que apoia a borda periférica comum associada nos deslocamentos na direção perpendicular ao plano coronal do corpo de diafragma.

[001202] Neste exemplo da configuração R7, o fato de que o reforço de estresse normal externo é omitido de certas regiões distais da base de diafragma implica que o reforço está concentrado em outras áreas. Isto provê a vantagem de que a conexão mais eficaz pode ser feita onde o reforço externo normal conecta a outro reforço externo normal, a fim de

limitar a possibilidade de deslocamento no ponto de cruzamento. Assim, pode-se pensar no projeto como um esqueleto compreendendo preferencialmente escoras unidirecionais que se projetam rigidamente para a periferia distal da base de diafragma, e, particularmente, para as localizações estrategicamente escolhidas em que as escoras se cruzam. Tais localizações de cruzamento são rigidamente travadas no espaço, comparativamente falando, em relação à base de diafragma. Outras localizações da periferia são mantidas leves, de modo que elas possam ser apoiadas pelas localizações de cruzamento sem ter de apoiar qualquer massa além da auto-massa do núcleo de espuma.

[001203] É particularmente útil limitar os deslocamentos de regiões periféricas da estrutura de diafragma distal da base (ditos deslocamentos resultantes do rompimento de diafragma em oposição ao modo fundamental) nas direções perpendiculares ao plano coronal do corpo de diafragma. Embora talvez não tão vantajoso quanto uma construção que incorpora membros de reforço de estresse por cisalhamento interno, uma construção triangular incorporando escoras nas faces opostas que atendem em localizações estrategicamente escolhidas nas regiões periféricas de estrutura de diafragma ajudará a apoiar ditas regiões periféricas de forma que seja menos suscetível à deformação de cisalhamento de núcleo.

[001204] Concentração de reforço em certas áreas também tem outras vantagens, incluindo uma ou mais dentre:

[001205] Fabricação mais fácil em comparação a outras formas de colocação personalizada de fibras anisotrópicas;

[001206] Permite que dito reforço seja fabricado separadamente em condições controladas, tais como sob alta compressão ou com calor, sem causar danos ao material de núcleo;

[001207] Permite a otimização da localização de reforço;

[001208] Permite interação mais controlada entre vários elementos de esqueleto, por exemplo, uma escora pode fluir ao longo da borda interna

de um membro de reforço interno (como é o caso na modalidade A, por exemplo), assegurando, assim, que todo o reforço de estresse/compressão seja bem apoiado contra cisalhamento (ao contrário do caso em que é transmitido através de áreas remotas do(s) membro(s) de reforço interno. Isto é particularmente verdadeiro no caso de o polímero reforçado com fibra unidirecional ou material de reforço anisotrópico composto equivalente, o qual, se finamente distribuído sobre uma área ampla, pode exibir módulo de baixo cisalhamento ou pode até haver lacunas com módulo de cisalhamento zero, o que significa que partes das fibras de reforço podem não ser cooptadas de forma eficaz ao ajudar a carregar o reforço de cisalhamento e, assim, a rigidez do diafragma.

[001209] A fabricação de diafragmas muito pequenos, que são rígidos em 3 dimensões ao também atingir a pequena massa por área unitária necessária, pode ser particularmente difícil, e particularmente se o reforço de composto anisotrópico for usado, uma vez que seja difícil de produzir camadas suficientemente finas de reforço de composto e, então, anexar a este uma ampla área de ambos os lados de um diafragma de núcleo de espuma (etc.) de forma leve. Concentrar o reforço auxilia muito na resolução deste problema, consequentemente, configurações de diafragma à base de escora, incluindo a configuração R7, são particularmente úteis em aplicações em que diafragmas são pequenos, tais como alto-falantes de áudio pessoal e agudos.

[001210] Em algumas implementações destas configurações, um fluido ferromagnético pode ser utilizado para apoiar a periferia externa do conjunto de diafragma, tal como descrito para as modalidades P e Y nas seções 5.2.1 e 5.2.5 deste relatório descritivo, respectivamente. Uma variação de ferrofluido ainda residiria no escopo desta configuração, desde que não haja substancialmente nenhuma conexão mecânica física (como definido pelos critérios acima) feita entre a periferia externa do conjunto de diafragma e a periferia interna da estrutura circundante.

2.4 Configurações R8 e R9 de Transdutores de Áudio

[001211] Sistemas de dobradiça são suspensões de diafragma altamente eficazes em certos aspectos, por exemplo, a troca de três vias entre a excursão de diafragma, a frequência de ressonância de diafragma e as ressonâncias indesejadas podem ser, através do uso de sistemas de dobradiça inovadores, tais como são descritos neste relatório, em alguns casos, mais fáceis de resolver, uma vez que o desempenho de alta frequência seja mais independente da excursão de diafragma e da frequência de ressonância de diafragma fundamental. Além disso, transdutores de áudio de ação rotacional não sofrem de modos de ressonância oscilante de todo o diafragma de baixa frequência à medida que faz transdutores de ação linear.

[001212] Transdutores com base em diafragmas de ação rotacional tendem a ser mais difíceis de projetar contra a ressonância de diafragma em comparação a transdutores com ação de diafragma linear, em função de a dobradiça acoplar rigidamente a estrutura de diafragma à estrutura de base do transdutor em termos de translação em três direções e rotação em duas direções. Este acoplamento significa que a base do diafragma está travada à grande massa da estrutura de base do transdutor, o que reduz a frequência na qual o diafragma sofre de, por exemplo, graves ressonâncias de rompimento do tipo de dobra de todo o diafragma. Além disso, as ressonâncias de diafragma em alto-falantes de ação rotacional tendem a ser mal amortecidas e algumas também são fortemente excitadas.

[001213] Alto-falantes de diafragma de ação rotacional anteriores, tal como o alto-falante 'Ciclone' fabricado por Phoenix Gold, tentaram utilizar a capacidade de diafragmas de ação de dobradiça para prover excursão de alto volume e baixa frequência de ressonância de diafragma fundamental para a finalidade de prover graves em aplicações de campo amplo, tais como sistemas de áudio para casa ou carro, mas alto-falantes

de ação rotacional não foram notáveis para a reprodução de áudio de alta qualidade, particularmente, nas larguras de banda de faixa média e aguda.

[001214] A fim de realizar o potencial de transdutores de ação rotacional e melhorar o seu desempenho, a fraqueza de rompimento de diafragma deve ser resolvida, e isto pode ser atingido usando as configurações de estrutura de diafragma da presente invenção descritas anteriormente.

[001215] As configurações de transdutor de áudio que foram projetadas para abordar algumas das deficiências mencionadas acima, usando estes princípios identificados, serão agora descritas com referência a alguns exemplos. As configurações de transdutor de áudio a seguir serão referidas neste documento como configurações R8 e R9 por uma questão de concisão. As configurações R8 e R9 de transdutores de áudio serão descritas mais detalhadamente com referência a exemplos, entretanto, apreciar-se-á que a invenção não se destina a ser limitada a estes exemplos. A menos que indicado de outra forma, referência à configuração R8 e R9 de transdutores de áudio neste relatório descritivo deve ser interpretada a significar qualquer um dentre os seguintes transdutores de áudio exemplares descritos, ou qualquer outro transdutor de áudio que compreende os recursos de projeto descritos, como seria evidente para aqueles versados na técnica.

2.4.1 Configuração R8

[001216] Uma configuração de transdutor de áudio da invenção, neste documento referida como a configuração R8, compreende uma estrutura de diafragma, conforme definido em qualquer uma dentre as configurações de R1 a R4, que é acoplada de forma rotacional a uma estrutura de base do transdutor para produzir som por meio de ação rotacional oscilatória. Um exemplo da configuração R8 é mostrado na modalidade A do transdutor de áudio da Figura A1. Este transdutor de áudio compreende uma estrutura de diafragma de ação rotacional que tem

pelo menos um corpo de diafragma que compreende um núcleo de espuma leve ou equivalente A208 reforçado por reforço de estresse normal externo nas faces principais frontal e posterior do corpo de diafragma, e com reforço adicional provido por membros de reforço de estresse por cisalhamento interno A209 acoplado ao interior do corpo de diafragma e, preferencialmente, ao reforço de estresse normal externo. Os membros de reforço de estresse por cisalhamento interno A209 são preferencialmente orientados substancialmente paralelos ao plano sagital do corpo de diafragma, conforme definido na configuração R1.

[001217] No caso da modalidade A, o reforço de estresse normal consiste em escoras A206 e A207, mas, como mencionado na configuração R1, pode haver outras formas de reforço de estresse normal.

[001218] Outro exemplo de uma estrutura de diafragma adequada para a configuração R8 do conjunto de transdutor de áudio é mostrado na Figura A8, que foi descrita mais detalhadamente na configuração R1.

[001219] Nestes exemplos da configuração R8, cada membro de reforço interno da estrutura de diafragma associada é rigidamente acoplado ao conjunto de dobradiça, diretamente ou por meio de pelo menos um componente intermediário. O conjunto de dobradiça de contato usado para acoplar de forma rotacional o conjunto de diafragma A101 à estrutura de base do transdutor A115 é descrito mais detalhadamente na seção 3.2 deste relatório descritivo. Apreciar-se-á, entretanto, que a estrutura de diafragma pode ser acoplada de forma rotacional à estrutura de base do transdutor por meio de outros mecanismos de dobradiça adequados, tais como um mecanismo de dobradiça flexível como detalhado na seção 3.3 desta especificação.

[001220] O conjunto de dobradiça ajuda a resolver a troca de suspensão de diafragma de três vias entre a excursão de diafragma, a frequência de ressonância de diafragma e as ressonâncias indesejadas de deslocamento fora da FRO, e também elimina o modo de ressonância

oscilante de todo o diafragma de baixa frequência que afeta alguns alto-falantes de ação linear. Enquanto isso, o reforço de cisalhamento aumenta a largura de banda ao se reduzir a deformação de cisalhamento de núcleo do diafragma.

2.4.2 Configuração R9

[001221] Outra configuração de um conjunto de transdutor de áudio da invenção, que é uma subestrutura da configuração R6 do transdutor de áudio, referida neste documento como configuração R9, será agora ser descrita. Um exemplo deste transdutor de áudio está incorporando o conjunto de diafragma da Figura A10 na modalidade A do transdutor de áudio.

[001222] A Configuração R9 consiste em um transdutor de áudio que incorpora um conjunto de diafragma que: move-se com uma ação substancialmente rotacional sobre um eixo aproximado que compreende um corpo de diafragma feito de um núcleo de espuma leve ou equivalente A1004; compreende o reforço de estresse normal externo A1001 na ou perto da superfície de ambas as faces principais frontal e posterior; e em que o reforço de estresse normal A1001 é omitido de uma ou mais partes das superfícies frontal e/ou posterior nas regiões de borda periférica da face principal associada. As regiões de borda periféricas são preferencialmente localizadas além de um raio de 80% da distância do eixo de rotação (que passa perto da região de base e centro de massa do conjunto de diafragma) para a borda periférica mais distal da estrutura de diafragma do eixo, em que o raio é centralizado no eixo de rotação. O corpo de diafragma permanece substancialmente rígido em uso.

[001223] Neste exemplo em particular, o reforço de estresse normal A1001 é omitido dos lados das duas faces principais do corpo de diafragma onde o reforço se estende até a borda A1003 do reforço de estresse normal, e também a região de borda periférica mediana da face principal associada onde o reforço se estende até a borda arqueada A1002

do reforço de estresse normal.

[001224] Como é o caso com as configurações R2, R4 e R6, a omissão do reforço de estresse normal das regiões de borda periférica da face principal associada distal da região de base atinge uma redução em massa nas regiões mais externas. No caso de um alto-falante de ação rotacional, redução de massa nas regiões distais da região de base, inclusive na região da borda/extremidade terminal, é benéfico em função de esta ser a região mais distante da dobradiça que acopla a estrutura de base do transdutor mais pesada, e ela tende a deslocar relativamente grandes distâncias, como resultado da excitação de modos de ressonância de rompimento principal, e assim é particularmente propensa à ressonância.

[001225] Novamente, o uso de um conjunto de dobradiça ajuda a resolver a troca de três vias entre a excursão de diafragma, a frequência de ressonância de diafragma e a ressonância, bem como o modo de ressonância oscilante de todo o diafragma de baixa frequência que afeta alto-falantes de ação linear. A redução no reforço de estresse/compressão externo aborda a deformação por cisalhamento de diafragma ao se descarregar a região periférica de estrutura de diafragma que é distal do eixo da dobradiça ou da região de base (conforme a configuração R6, a configuração R9 não inclui necessariamente membros de reforço interno para explicitamente abordar o cisalhamento de núcleo, mas pode fazê-lo em algumas implementações). O resultado pode ser extensão de graves e desempenho isento de ressonância ao longo de uma ampla largura de banda.

SISTEMAS DE DOBRADIÇA E TRANSDUTORES DE ÁUDIO INCORPORANDO ESTES

3.1 Introdução

[001226] Ao longo de muitas décadas, uma enorme quantidade de pesquisas tem sido conduzida em formas de minimizar o efeito de diafragma e de modos de ressonância de rompimento de suspensão de

diafragma em alto-falantes de alto-falante de diafragma de cone e cúpula convencionais. Comparativamente pouco equivalente, a pesquisa parece ter sido conduzida na melhoria e otimização do desempenho de rompimento, da excursão de diafragma e da frequência de ressonância de diafragma fundamental em diafragmas de alto-falante de ação rotacional e suspensões de diafragma.

[001227] O sistema de suspensão de diafragma convencional consiste tanto em um envoltório do tipo de borracha flexível padrão e uma suspensão do tipo aranha flexível, limita a excursão de diafragma, aumenta a frequência de ressonância fundamental de diafragma e apresenta ressonância. Os materiais macios usados e a faixa de movimento em que são usados são, normalmente, não lineares, com relação à lei de Hooke, levando a imprecisões na transdução de um sinal de áudio.

[001228] Alto-falantes de diafragma de ação rotacional não foram notáveis para prover o desempenho limpo em termos de armazenamento de energia, conforme medido por uma representação em cascata/CSD, nem foram notáveis para prover qualidade de som audiófilo, particularmente nas bandas de frequência de faixa mediana e aguda.

[001229] As estruturas de base destes alto-falantes e alto-falantes convencionais são, frequentemente, propensas a modos de ressonância adversos dentro de sua faixa de frequência de operação, e estes modos podem ser excitados pelo motor de acionador e amplificados pelo diafragma, especialmente se o sistema de suspensão de diafragma incorporar alguma rigidez.

3.1.1 Visão geral

[001230] Os sistemas de suspensão de diafragma acoplam de forma móvel uma estrutura ou conjunto de diafragma de um transdutor de áudio a uma estrutura relativamente fixa, tal como uma estrutura de base do transdutor, para permitir que a estrutura ou conjunto de diafragma se mova em relação a uma estrutura fixa e gere ou transduza o som. A

descrição a seguir diz respeito a transdutores de áudio de ação rotacional, em que uma estrutura de diafragma é configurada para girar em relação a uma estrutura de base para gerar e/ou transduzir som. Em tais transdutores de áudio, um sistema de dobradiça é necessário para acoplar de forma rotacional a estrutura de diafragma à estrutura de base. Para minimizar a geração de ressonância indesejável, é preferencial que o sistema de dobradiça restrinja o movimento a um único grau de movimento, ou seja, rotação sobre um eixo único com o mínimo para movimento translacional ou outro movimento rotacional zero ao longo de toda a faixa de frequência de operação do transdutor de áudio. Sistemas de dobradiça da invenção foram desenvolvidos para permitir que um conjunto de diafragma se mova em um grau de liberdade substancialmente único em relação a uma estrutura de base do transdutor e/ou outras partes fixas do transdutor de áudio. Estes sistemas de dobradiça permitem uma ação de movimento único ao também prover uma alta rigidez em termos de todos os outros movimentos do conjunto de diafragma.

[001231] Como será mostrado nas várias modalidades descritas abaixo, o sistema de dobradiça pode compreender um sistema de dois ou mais subsistemas interoperáveis, um conjunto de dois ou mais componentes ou estruturas interoperáveis, uma estrutura com dois ou mais componentes interoperáveis, ou pode até mesmo compreender um único componente ou dispositivo. O termo sistema, usado neste contexto, portanto, não se destina a ser limitado a várias partes ou sistemas interoperáveis.

[001232] Duas categorias/tipos de sistemas de dobradiça serão detalhadas neste relatório descritivo. Estas são: Sistema de dobradiça de contato e Sistema de dobradiça de flexão. Ambos os sistemas servem a uma finalidade comum e podem ser usados de forma intercambiável (a um grau) ou podem ser combinados em uma modalidade em algumas implementações.

[001233] Para ambas as categorias e em cada uma das modalidades de transdutor de áudio descritas nesta seção, o sistema de dobradiça é acoplado entre a estrutura de base do transdutor do transdutor de áudio e o conjunto de diafragma. O sistema de dobradiça pode formar parte de um ou de ambos dentre a estrutura de base do transdutor e o sistema de dobradiça. Ela pode ser formada separadamente de um ou ambos dentre estes componentes do transdutor de áudio, ou, caso contrário, pode compreender uma ou mais partes que são formadas integralmente com um ou ambos destes componentes. Modificações para as modalidades de transdutor de áudio descritas abaixo de acordo com estas possíveis variações são, portanto, previstas e não se destinam a ser excluídas do escopo da invenção.

[001234] Em algumas modalidades, tais como as modalidades A, B, E, K, S, T de transdutores de áudio, por exemplo, o conjunto de diafragma incorpora um componente de geração de força de um mecanismo de transdução que transduz eletricidade ou movimento e que é rigidamente acoplado à estrutura de diafragma. À medida que a massa do componente de geração de força for geralmente alta em relação à estrutura de diafragma, frequentemente, na mesma ordem de grandeza que a massa das outras partes do conjunto de diafragma, um acoplamento rígido entre a estrutura de diafragma e o componente de geração de força é preferencial, a fim de impedir modos de ressonância que consistem na massa de um movimento em oposição à massa do outro.

[001235] A estrutura de base do transdutor pode ser integralmente formada com parte do sistema de dobradiça ou, de outra forma, rigidamente conectada ao sistema de dobradiça por um mecanismo adequado, tal como usando um agente adesivo, tal como resina epóxi, ou por soldagem, por fixação usando fixadores, ou por qualquer número de outros métodos conhecidos na técnica para atingir uma conexão substancialmente rígida entre dois componentes/conjuntos.

[001236] Nas configurações preferenciais do sistema de dobradiça, o conjunto é conectado a pelo menos duas localizações substancialmente bem espaçadas no conjunto de diafragma, em relação à largura do corpo de diafragma. Da mesma forma, o sistema de dobradiça, preferencialmente, deve estar conectado em pelo menos duas localizações substancialmente bem espaçadas na estrutura de base do transdutor, em relação à largura do corpo de diafragma. As conexões nessas localizações podem ser separadas ou parte do mesmo acoplamento.

[001237] Espaçamento devidamente amplo entre as conexões da estrutura de base do transdutor ao conjunto de diafragma significa que o sistema de dobradiça ou a combinação de sistemas de dobradiça são capazes de resistir de forma eficaz a uma faixa de modos de ressonância de estrutura de base de diafragma/transdutor indesejados.

[001238] Também é preferencial que as conexões da estrutura de base do transdutor ao sistema de dobradiça, e do sistema de dobradiça ao conjunto de diafragma, provejam rigidez em termos de conformidade de translação. Quando tais conexões de articulação de dobradiça são usadas em um espaçamento adequadamente amplo, o mecanismo de dobradiça resultante é capaz de prover rigidez adequada ao conjunto de diafragma, de tal forma que os modos de rompimento podem, potencialmente, ser estendidos até altas frequências e, potencialmente, além da FRO.

3.1.2 Vantagens

[001239] Configurações de sistema de dobradiça preferenciais da invenção, a ser totalmente descritas neste relatório descritivo, têm as vantagens potenciais sobre os sistemas de suspensão de diafragma convencionais. Por exemplo, partes de suspensão flexíveis macias usadas em sistemas de suspensão de diafragma convencionais, como no envoltório J105 e na aranha J119, mostradas na Figura J1 (d-e), podem ser suscetíveis a ressonâncias mecânicas durante a operação. Além disso, tais suspensões não são suficientemente resistentes à translação do diafragma

J101 ao longo de eixos diferentes do eixo primário de movimento, e, conseqüentemente, podem promover, adicionalmente, ressonâncias indesejadas.

[001240] Os sistemas de dobradiça da invenção facilitam um movimento rotacional fundamental substancialmente complacente ao também prover rigidez substancial em outras direções rotacionais e translacionais. Como tal, eles podem ser configurados para apoiar de forma operacional um diafragma em um modo de operação de grau de liberdade substancialmente único sobre uma ampla largura de banda da FRO. À medida que o modo rotacional fundamental é muito complacente, uma baixa frequência fundamental (W_n) do transdutor é facilitada, auxiliando a reprodução de alta fidelidade de frequências de graves, e, apenas afetar de forma minimamente adversa o desempenho de alta frequência.

[001241] Ainda outra vantagem potencial é que os próprios componentes de dobradiça são capazes de ser projetados (como detalhado neste relatório descritivo), de modo a não ter suas próprias ressonâncias adversas internas dentro da FRO do transdutor de áudio.

3.1.3 Conceito de mecanismo rotacional simples preferencial

[001242] A descrição a seguir se aplica tanto a sistemas de dobradiça de contato quanto sistemas de dobradiça flexível da invenção.

[001243] Uma forma simples de sistema de suspensão de diafragma de transdutor de áudio para um transdutor de áudio de ação rotacional é um mecanismo que limita o movimento do conjunto de diafragma ao movimento substancialmente rotacional sobre uma estrutura de base do transdutor. A Figura H8a é um esquema que simboliza um conjunto de diafragma H802 conectado à parte de uma estrutura de base do transdutor H803 por um sistema de dobradiça H801. Neste esquema, o conjunto de diafragma H802 é ilustrado no formato de uma cunha, entretanto, apreciar-se-á que uma faixa de formatos alternativos e localizações de dobradiça podem ser implementadas e a configuração

mostrada é facilitar a descrição e não se destina a ser limitante, a menos que indicado o contrário. Há um eixo de rotação aproximado, ou eixo de articulação, do conjunto de diafragma H802 com relação à estrutura de base do transdutor H803. Esta configuração é preferencial para as configurações de ligação de quatro barras descritas posteriormente neste documento com referência às Figuras H8b-c. No sistema de dobradiça de forma preferencial da invenção, o sistema de dobradiça é configurado para restringir o movimento do conjunto de diafragma associado a um grau de movimento único (preferencialmente, movimento articulado sobre um único eixo de rotação) dentro da FRO desejada, ao permitir que outros modos de operação que armazenam e liberam energia possam adicionar distorção ao áudio a ser transduzido.

3.1.4 O conceito de ligação de quatro barras

[001244] A descrição a seguir se aplica tanto a sistemas de dobradiça de contato quanto sistemas de dobradiça flexível da invenção.

[001245] Um exemplo de um tipo de grau de liberdade único de suspensão de diafragma de transdutor de áudio compreende um mecanismo de ligação de quatro barras, com um sistema de dobradiça localizado em cada canto da ligação de quatro barras. Um exemplo de tal conceito é mostrado no esquema da Figura H8b, por meio do qual o conjunto de diafragma H802 é conectado à parte de uma estrutura de base do transdutor H803 pelo sistema de dobradiça H801 (conforme o conceito ilustrado na Figura H8a). Além disso, os sistemas de dobradiça H806, H807 e H808 estão conectados por barras H804 e H805. O sistema de dobradiça H806 está ligado ao conjunto de diafragma H802, e a barra H805 liga os sistemas de dobradiça anteriores H807 e H806 à estrutura de base do transdutor por meio do sistema de dobradiça H808. As barras são moldadas como vigas longas e finas na figura para representar um membro de ligação, entretanto, estes membros podem ser de qualquer tipo de formato ou de tamanho e a invenção não se destina a ser limitada a

qualquer formato ou tamanho em particular, a menos que indicado de outra forma. Neste conceito, as partes de um mecanismo de transdução podem ser anexadas a barras H804 ou H805 (ou ainda ao diafragma H802).

[001246] A Figura H8c ilustra outro exemplo de um sistema de suspensão de diafragma utilizando um mecanismo de ligação de quatro barras com vários sistemas de dobradiça. Este conceito é semelhante à versão ilustrada na Figura H8b, entretanto, o diafragma é conectado entre os mecanismos de articulação H806 e H807 (em vez da barra H804) e uma barra H809 liga os sistemas de dobradiça H806 e H801 (em vez do diafragma). À medida que as barras H805 e H809 são de comprimento igual (neste exemplo), este mecanismo executa a translação do diafragma substancialmente em comparação ao componente rotacional do movimento (em relação à estrutura de base do transdutor). Este mecanismo limita o movimento do diafragma, de tal modo que ele aponte sempre na mesma direção, ainda que a ponta do diafragma ainda registre um arco significativo (em relação à base da estrutura).

[001247] Muitas variações nesta ação podem ser feitas ao se variar o comprimento das barras e as distâncias entre o sistema de dobradiça.

[001248] A finalidade da ligação de quatro barras é prover um mecanismo que limita o movimento do diafragma a um único grau de liberdade. Ao se usar articulações de dobradiça descritas neste documento, cada uma provendo alta conformidade em todas as direções, exceto a direção rotacional projetada, o mecanismo de ligação de quatro barras geral confina o diafragma ao modo de movimento único e restringe o movimento indesejado que pode distorcer o som que o diafragma produz.

[001249] Uma vantagem de usar mecanismos, tais como são mostrados nas Figuras H8a, H8b e H8c, é que um componente de geração de força pode ser posicionado em uma localização onde a distância que se move não é necessariamente a mesma que o diafragma. Um transdutor

piezo, por exemplo (que, em geral, é otimizado para a máxima eficiência operacional, sem muita distância de percurso) pode ser localizado mais perto do eixo de rotação do diafragma ou localizado conectando uma barra a outra barra etc., dependendo do percurso ideal necessário para esse mecanismo de transdução.

[001250] Outras configurações de vários sistemas de dobradiça podem ser configuradas para apoiar de forma operacional o diafragma em uso.

3.2 SISTEMA DE DOBRADIÇA DE CONTATO

[001251] Os elementos de suporte de carga rígidos e a simetria de rotação exibida pelo sistema de dobradiça à base de anel de rolamento, tal como aquele do alto-falante Phoenix Gold Cyclone, significam que, em certos casos, e ao contrário da maioria dos outros projetos de suspensão de diafragma anteriores, a baixa complacência pode ser provida ao longo de todos os três eixos de translação ortogonais. Os problemas com uma dobradiça inteiramente rígida deste tipo, onde há complacência quase zero ao longo de todos os três eixos de translação ortogonais, é que a dobradiça fica suscetível a mau funcionamento, por exemplo, devido a variações de fabricação (por exemplo, batidas na esfera do rolamento) ou quando pó ou outro material estranho é introduzido na dobradiça, por exemplo.

[001252] As configurações de sistema de dobradiça para um transdutor de áudio que foram projetadas para abordar algumas das deficiências mencionadas acima serão agora descritas detalhadamente com referência a alguns exemplos. As configurações a seguir compreendem um sistema de dobradiça de suspensão de conjunto de diafragma que incorpora pelo menos um elemento de dobradiça que rola ou gira rigidamente contra um membro de contato associado e que é mantido firmemente no lugar por um mecanismo de polarização, de tal modo que o mecanismo de polarização seja capaz de aplicar uma força razoavelmente constante à junta de contato. O mecanismo de polarização é,

preferencialmente, substancialmente complacente ao longo do, pelo menos, eixo de translação ou em pelo menos uma direção. A complacência do mecanismo de polarização é, preferencialmente, substancialmente consistente, capaz de ser repetidamente fabricada e/ou não suscetível a variações ambientais ou operacionais. Tal sistema de dobradiça será, doravante, referido como sistema de dobradiça de contato.

[001253] Como será mostrado nas várias modalidades descritas abaixo, o mecanismo tensionador pode compreender um sistema de dois ou mais subsistemas interoperáveis, um conjunto de dois ou mais componentes ou estruturas interoperáveis, uma estrutura com dois ou mais componentes interoperáveis, ou pode até mesmo compreender um único componente ou dispositivo. O termo mecanismo, usado neste contexto, portanto, não se destina a ser limitado a várias partes ou sistemas interoperáveis.

3.2.1 Sistema de Dobradiça de Contato – Considerações e Princípios de Projeto

[001254] Referindo-se às Figuras H7a-H7c, conceitos e princípios para projetar um sistema de dobradiça de contato para um transdutor de áudio de ação rotacional (com um conjunto de diafragma acoplado de forma rotacional a uma estrutura de base do transdutor por meio do sistema de dobradiça) de acordo com a invenção serão descritos agora. Isto será seguido por uma descrição de modalidades de sistema de dobradiça exemplar que são projetadas de acordo com estes conceitos/princípios.

[001255] Exemplos de articulações de dobradiça básicas H701 de um sistema de dobradiça de contato da invenção são esquematicamente representados nas Figuras de H7a a H7d.

[001256] Uma articulação de dobradiça de contato compreende dois componentes configurados para se tocarem em uma forma que permite que um gire em relação ao outro, por exemplo, permitindo movimentos, tais como balanço, rolagem e torção. Preferencialmente, a

articulação de dobradiça do sistema de dobradiça substancialmente define o eixo de rotação do conjunto de diafragma em relação à estrutura de base do transdutor.

[001257] A Figura H7a mostra uma articulação de dobradiça H701 por meio da qual um primeiro componente, referido neste documento como um elemento de dobradiça H702, toca um segundo componente, referido neste documento como um membro de contato H703, em um ponto/região de contato H704. No ponto/região de contato H704, o elemento de dobradiça H702 tem uma superfície curva de forma substancialmente convexa e o membro de contato H703 tem uma superfície substancialmente plana. Apreciar-se-á que, neste relatório descritivo, a referência à superfície ou membro curvo de forma convexa ou curvo de forma côncava se destina a significar uma curva convexa ou côncava através de pelo menos um plano de seção transversal que é substancialmente perpendicular ao eixo de rotação.

[001258] As Figuras H7a-d mostram um mecanismo tensionador H705 simbolizado como uma mola de bobina na tensão que aplica uma força ao elemento de dobradiça H702 na localização H706 e uma força de oposição ao membro de contato H703 na localização H603, de tal forma que o elemento de dobradiça e o membro de contato são mantidos juntos de forma complacente. Apesar de um símbolo de mola ser usado, o mecanismo tensionador pode assumir a forma de estruturas ou sistemas diferentes de uma mola, cujos exemplos são descritos neste documento. Apesar de o símbolo de mola representar uma estrutura separada para o elemento de dobradiça e o membro de contato, o mecanismo tensionador pode compreender ou incorporar um ou ambos dentre o elemento de dobradiça e o membro de contato, e, na verdade, pode não ser separado de forma alguma. Exemplos de tais configurações de mecanismo tensionador também são descritos neste documento.

[001259] A Figura H7b mostra uma articulação de dobradiça H701

por meio da qual o elemento de dobradiça H702 toca o membro de contato H703 em um ponto/região de contato H704. No ponto/região de contato H704, o elemento de dobradiça H702 tem uma superfície substancialmente plana e o membro de contato H702 tem uma superfície curva de forma convexa.

[001260] A Figura H7c mostra uma articulação de dobradiça H701 por meio da qual o elemento de dobradiça H702 toca o membro de contato H703 em um ponto/região de contato H704. No ponto/região de contato H704, o elemento de dobradiça H702 tem uma superfície curva de forma convexa e o membro de contato H703 também tem uma superfície curva de forma convexa. O elemento de dobradiça H702 compreende uma superfície de raio relativamente maior (ou é relativamente mais plana) do que a superfície do membro de contato H703.

[001261] A Figura H7d mostra uma articulação de dobradiça H701 por meio da qual o elemento de dobradiça H702 toca o membro de contato H703 em um ponto/região de contato H704. No ponto/região de contato H704, o elemento de dobradiça H702 tem uma superfície curva de forma convexa e o membro de contato tem uma superfície curva de forma côncava H703.

[001262] Estes são quatro exemplos de articulações de dobradiça de contato. Apreciar-se-á que outras configurações são possíveis, por exemplo, o elemento de dobradiça pode ser curvo de forma côncava no ponto/região de contato e o membro de contato pode ser curvo de forma convexa neste mesmo ponto/região. Em alguns casos onde duas superfícies são curvas de forma convexa, uma superfície pode ter um raio relativamente maior do que a outra, como na Figura H7c, e esta pode ser o elemento de dobradiça ou a superfície de membro de contato, ou, em outros casos, as duas superfícies podem ter raios que são substancialmente os mesmos. O perfil de seção transversal, visualizado em um plano perpendicular ao eixo de rotação de qualquer componente não

necessariamente tem um raio constante. Outros formatos de perfil podem ser usados, tal como uma curva parabólica.

3.2.1a Raio de Curvatura no ponto/região de contato

[001263] De acordo com os exemplos acima, um dentre o elemento de dobradiça H702 ou o membro de contato H703 terá uma superfície curva de forma convexa de raio relativamente menor/curvatura mais acentuada que a outra superfície, ou, pelo menos, de raio igual, quando visto no perfil de seção transversal em um plano perpendicular ao eixo de rotação. Esta superfície curva de raio relativamente menor ou pelo menos igual, preferencialmente compreende um raio que é suficientemente pequeno de modo a prover resistência suficientemente baixa ao rolar sobre a superfície oposta durante a operação.

[001264] Isto é para que a articulação de dobradiça possibilite:

- uma frequência fundamental (W_n) de operação do transdutor de áudio que é relativamente baixa,
- um nível de geração de ruído que é relativamente baixo e/ou
- desempenho de dobradiça que é suficientemente consistente em casos em que as superfícies em contato têm descontinuidades devido a variações de fabricação e/ou a introdução de matéria estranha, tal como pó entre as superfícies.

[001265] Este raio, preferencialmente, também não é muito pequeno e muito acentuado, em função de uma área de rolagem significativamente reduzida no ponto de contato/região de contato pode estar propensa a deformações localizadas e complacência inadequada. Há, portanto, um compromisso que precisa ser considerado no estabelecimento do raio de curvatura necessário/desejado raio para a superfície de contato convexa.

[001266] Além disso, ao projetar o raio de curvatura necessário para a superfície curva de forma mais convexa, os seguintes fatores podem ser levados em consideração:

- Para conjuntos/estruturas de diafragmas que são relativamente mais longos ou maiores, o raio de curvatura da superfície curva de forma convexa pode, em geral, ser feito relativamente maior, e para conjuntos/estruturas de diafragma relativamente mais curtos ou menores, o raio de curvatura pode ser feito relativamente menor; e/ou

- Para transdutores de áudio que não necessitam de uma frequência de operação fundamental relativamente baixa (tal como um alto-falante de agudo dedicado, por exemplo), um raio de curvatura relativamente maior (área de rolamento maior) na superfície de contato pode ser usado, e para o transdutor de áudio que necessitam de uma frequência fundamental relativamente baixa, um raio de curvatura relativamente menor (área de rolagem menor) pode ser usado.

[001267] Por exemplo, ao determinar o raio de curvatura, preferencialmente, a superfície de contato do elemento de dobradiça ou do membro de contato, qualquer um que tem uma superfície curva de forma convexa, ou seja, raio de curvatura relativamente menos plana/relativamente menor, (quando visto no perfil de seção transversal em um plano perpendicular ao eixo de rotação), tem raio de curvatura r em metros satisfazendo a relação:

$$i. \quad r > \frac{E \cdot l}{1000,000,000} \times (2\pi f)^2$$

em que l é a distância em metros do eixo de rotação do elemento de dobradiça até a borda mais distal da estrutura de diafragma (em relação ao membro de contato), f é a frequência de ressonância fundamental do diafragma em Hz, e E é uma constante que é, preferencialmente, aproximadamente entre 3-30, tal como, por exemplo, 3, mais preferencialmente 6, mais preferencialmente 12, ainda mais preferencialmente 20 e mais preferencialmente 30.

[001268] De forma alternativa ou além disso, ao determinar o raio de curvatura, preferencialmente, a superfície de contato do elemento de

dobradiça ou do membro de contato, qualquer um que tem uma superfície curva de forma convexa, ou seja, raio de curvatura relativamente menos plana/relativamente menor, quando visto no perfil de seção transversal em um plano perpendicular ao eixo de rotação, tem um raio de curvatura r em metros satisfazendo a relação:

$$\text{ii. } r < \frac{E \cdot l^2}{1000,000,000} \times (2\pi f)^2$$

em que l é a distância em metros do eixo de rotação do elemento de dobradiça até a borda mais distal da estrutura de diafragma em relação ao membro de contato, f é a frequência de ressonância fundamental do diafragma em Hz, e E é uma constante na faixa de aproximadamente 140-50, tal como 140, mais preferencialmente 100, mais preferencialmente, novamente, 70, ainda mais preferencialmente 50 e mais preferencialmente 40.

3.2.1b Resistência à Rolagem

[001269] A resistência à rolagem do elemento de dobradiça e do membro de contato deve, preferencialmente, ser baixa em comparação à inércia do conjunto de diafragma, a fim de reduzir a frequência de ressonância fundamental do diafragma. Preferencialmente, as superfícies do elemento de dobradiça e do membro de contato, que rolam um contra o outro durante a operação normal, são substancialmente lisas, permitindo uma operação livre e suave.

[001270] A resistência à rolagem pode ser reduzida ao se reduzir o raio de curvatura em uma superfície de contato de rolagem. Preferencialmente, qualquer que seja o raio de curvatura menor, quando visto no perfil de seção transversal em um plano perpendicular ao eixo de rotação, fora daquele da superfície em contato do elemento da dobradiça e daquele do membro do contato, tem um raio de curvatura que seja menor do que aproximadamente 30%, mais preferencialmente ainda menor do que aproximadamente 20%, e mais preferencialmente menor do que

aproximadamente 10% da maior distância, em uma direção perpendicular ao eixo de rotação, através de todos os componentes conectados de forma rigidamente eficaz à parte localizada do mesmo componente que é imediatamente adjacente à localização de contato. Por exemplo, no caso da modalidade A do transdutor de áudio mostrado nas Figuras de A1 a A7, o conjunto de diafragma rígido A101 tem um comprimento máximo em uma direção perpendicular ao eixo de rotação A114 igual ao comprimento de corpo de diafragma A211. O raio de curvatura da haste A111 na localização do contato A112 com a superfície plana da barra de contato A105 da estrutura de base do transdutor A114 é aproximadamente inferior a 10% do comprimento do corpo de diafragma A211.

[001271] De forma alternativa ou além disso, qualquer uma dentre a superfície em contato do elemento de dobradiça e a superfície de contato do membro de contato que tem o raio de curvatura menor, quando vista no perfil de seção transversal em um plano perpendicular ao eixo de rotação, tem também um raio que é inferior a 30%, mais preferencialmente inferior a 20%, e mais preferencialmente inferior a 10% da distância, em uma direção perpendicular ao eixo de rotação, através do menor dentre:

2) A dimensão máxima através de todos os componentes conectados de forma rigidamente eficaz às partes da superfície de contato nas imediações da localização de contato com o elemento de dobradiça, ou

3) A dimensão máxima através de todos os componentes conectados rigidamente de forma eficaz às partes do elemento de dobradiça nas imediações da localização de contato com a superfície de contato.

[001272] À medida que a inércia de diafragma geralmente aumenta com o comprimento de diafragma crescente, é preferencial que qualquer que seja a superfície de contato do elemento de dobradiça e a superfície de contato do membro de contato que tem o raio de curvatura menor, quando visto no perfil de seção transversal em um plano

perpendicular ao eixo de rotação, também tem um raio que é relativamente pequeno em comparação ao comprimento do diafragma, como medido a partir do eixo de rotação das duas partes para a periferia mais distante do diafragma. Preferencialmente, este raio deve ser inferior a 5% do comprimento de diafragma.

3.2.1c Pontos de contato e linhas de contato

[001273] As Figuras de H7a a H7d, todas, mostram uma vista lateral de uma articulação de dobradiça de sistema da dobradiça de contato. Em algumas formas, o membro de contato e o elemento de dobradiça são substancialmente longitudinais e podem ter um perfil longitudinal, na direção do eixo de rotação, por meio do qual as superfícies de contato destas partes têm a mesma seção transversal ao longo do comprimento da parte. Desta forma, uma linha de contato existe entre o elemento de dobradiça H702 e o membro de contato H703. Considera-se que uma linha de contato seja uma série de pontos de contato, portanto, neste caso, o ponto de contato H704 indicado na Figura H7a seria parte desta linha de contato. Esta configuração significa que o elemento de dobradiça H702 é confinado a um eixo de rotação aproximado em relação ao membro de contato H703. Se um sistema de dobradiça usa uma articulação de dobradiça como explicado acima, que tem uma linha de contato, então, é preferencial que qualquer articulação de dobradiça adicional, usada como parte do mesmo mecanismo/conjunto de articulação, tem um ponto de contato ou linha de contato, que permanece(m) substancialmente colinear(es) à linha de contato da primeira articulação de dobradiça para ajudar a assegurar que o mecanismo funcione de forma livre e sem restrição.

[001274] De outra forma, a articulação de dobradiça H701 só poderia tocar em um único ponto. Por exemplo, se, no caso da articulação de dobradiça mostrada na Figura H7a, o elemento de dobradiça H702 tinha uma superfície esférica no ponto de contato H704, então, não haveria uma

linha de contato, apenas um ponto de contato.

3.2.1d Mecanismo tensionador

[001275] Para a articulação de dobradiça básica H701 operar como desejado, o elemento de dobradiça preferencialmente permanece em contato direto e substancialmente consistente com o membro de contato. Para conseguir isto, a articulação de dobradiça H701 pode ser apoiada por um mecanismo tensionador H705, o qual aplica uma força suficientemente grande e consistente que, direta ou indiretamente, retém o elemento de dobradiça H702 contra o membro de contato H703 durante o curso de operação normal, ou, em outras palavras, mantém envolvimento de atrito entre as superfícies de contato. Além disso, o mecanismo tensionador H705 é preferencialmente complacente em uma direção substancialmente perpendicular ao plano tangencial da superfície de contato da superfície curva de forma convexa de raio menor para possibilitar movimento articulado eficiente fundamental da dobradiça, como será descrito.

[001276] Exemplos deste componente serão descritos posteriormente neste documento com referência às modalidades.

Força Tensionadora

[001277] O mecanismo tensionador H705 aplica uma força significativa e consistente que, direta ou indiretamente, retém o elemento de dobradiça H702 contra o membro de contato H703 durante o curso de operação normal.

[001278] Preferencialmente, o mecanismo tensionador é configurado para aplicar uma força tensionadora suficiente para cada elemento de dobradiça, de tal forma que, quando forças adicionais são aplicadas ao elemento de dobradiça, e o vetor que representa a força líquida passa através da região de contato do elemento de dobradiça com a superfície de contato e é relativamente pequena em comparação à força tensionadora, o contato físico substancialmente consistente entre o elemento de dobradiça e o membro de contato associado rigidamente

restringe o elemento de dobradiça na região de contato contra os movimentos de translação em relação à superfície de contato em uma direção perpendicular à superfície de contato entre a região de contato.

[001279] O contato entre o elemento de dobradiça H702 e o membro de contato H703, facilitado pelo mecanismo tensionador H705, resulta em atrito, preferencialmente, atrito estático não deslizante, que faz com que o elemento de dobradiça seja rigidamente restrito contra deslocamentos de translação em relação ao membro de contato no ponto de contato.

[001280] Para um sistema de dobradiça que compreende várias articulações de dobradiça, é possível que um único mecanismo tensionador pode ser usado para aplicar a força necessária para reter os elementos de dobradiça contra seus membros de contato respectivos com várias articulações de dobradiça. Por exemplo, uma única mola conectada entre um conjunto de diafragma e uma estrutura de base do transdutor poderia aplicar uma força no meio da base de um conjunto de diafragma, retendo-a na direção da estrutura de base do transdutor e produzindo uma força de reação dentro de articulações de dobradiça localizadas na direção de cada lado do diafragma.

[001281] Preferencialmente, uma quantidade substancial da força de contato entre o elemento de dobradiça e o membro de contato é provida pelo mecanismo tensionador. O mecanismo tensionador é, portanto, um componente físico, estrutura, sistema ou conjunto, em vez de um meio externo de tensionamento, tal como gravidade, ou cargas aplicadas pelo componente de geração de força durante o curso da operação, por exemplo. A gravidade é, em geral, fraca demais para efetivamente tensionar juntos os componentes de uma articulação de dobradiça de contato, por exemplo. Se a força usada for fraca demais, então, os componentes correm o risco de escorregar de forma imprevisível ou vibrar.

[001282] O deslizamento pode criar distorção

desproporcionalmente alta, uma vez que tal movimento pode ser mecanicamente amplificado por meio do diafragma leve, conseqüentemente, é altamente desejável se eventos de deslizamento não ocorrerem durante a operação normal, ou que, se ocorrerem, não são frequentes.

[001283] Adicionalmente, e como mencionado acima, complacência de translação em uma interface de articulação pivotante ou de rolamento pode reduzir com o aumento da força de contato, o que significa que o aumento de força de contato pode resultar em uma redução nas ressonâncias de diafragma.

[001284] Preferencialmente, a força líquida aplicada por todos os mecanismos tensionadores é maior do que a força da gravidade atuando sobre o conjunto de diafragma e/ou é maior do que o peso do conjunto de diafragma.

[001285] A força líquida aplicada por todos os mecanismos tensionadores é, portanto, preferencialmente maior do que a força da gravidade atuando sobre o conjunto de diafragma e/ou maior do que o peso do conjunto de diafragma, ou, mais preferencialmente, maior do que aproximadamente 1,5 vez a força da gravidade e/ou, mais preferencialmente, maior do que cerca de 15 vezes o peso do conjunto de diafragma. Isto é especialmente preferencial em aplicações onde o transdutor pode ser operado em diferentes ângulos de orientação, tal como em headphones e fones de ouvido, como é importante que o transdutor continue a funcionar corretamente se a força da gravidade atua na direção oposta àquela da força aplicada pelo mecanismo tensionador. Preferencialmente, força tensionadora é substancialmente grande em relação à força de excitação máxima do conjunto de diafragma. Preferencialmente, a força tensionadora é superior a 1,5, ou, mais preferencialmente, superior a 2,5, ou, ainda mais preferencialmente, superior a 4 vezes a força de excitação máxima sofrida durante a operação

normal do transdutor.

[001286] Também é preferencial que a força tensionadora seja maior para um conjunto de diafragma com maior inércia, e também maior para um conjunto de diafragma que opera em frequências superiores.

[001287] A fim de que a força tensionadora seja suficiente para minimizar as ressonâncias de diafragma, preferencialmente a média

$(\sum F_n/n)$ de todas as forças em Newtons (F_n), tensionar cada elemento de dobradiça em direção a sua superfície de contato associada dentro do número n de articulações de dobradiça deste tipo dentro do sistema de dobradiça, a inércia rotacional do conjunto de diafragma sobre o eixo de rotação do conjunto de diafragma com relação à superfície de contato em kg.m^2 (I), e a frequência de ressonância fundamental do diafragma em Hz (f), consistentemente satisfaz a seguinte relação, quando a força de excitação constante é aplicada, tal como para deslocar o diafragma para qualquer posição dentro de sua faixa de movimento normal:

$$i. \quad \frac{\sum F_n}{n} > D \times \frac{1}{n} \times (2\pi f)^2 \times I$$

em que D é uma constante preferencialmente igual a 5, ou, mais preferencialmente, igual a 15, ou, ainda mais preferencialmente, igual a 30, ou, mais preferencialmente, igual a 40.

[001288] Se a força tensionadora for grande demais, isto pode restringir indevidamente a frequência de ressonância de diafragma fundamental e pode tornar o transdutor suscetível à geração de ruído em baixas frequências, por exemplo, se o pó entrar em contato com a região.

[001289] Portanto, preferencialmente, a média $(\sum F_n/n)$ de todas as forças em Newtons (F_n) tensionando cada elemento de dobradiça em direção a sua superfície de contato associada dentro do número n de articulações de dobradiça deste tipo dentro do sistema de dobradiça, de

forma consistente, satisfaz a seguinte relação quando a força de excitação constante é aplicada, tal como ao deslocar o diafragma para qualquer posição dentro de sua faixa de movimento normal:

$$\text{ii.} \quad \frac{\sum F_n}{n} < D \times \frac{1}{n} \times (2\pi f)^2 \times I$$

em que D é uma constante preferencialmente igual a 200, ou, mais preferencialmente, igual a 150, ou, ainda mais preferencialmente, igual a 100, ou, mais preferencialmente, igual a 80.

[001290] Como foi descrito acima, cada mecanismo tensionador aplica uma força tensionadora de forma complacente, a fim de prover um grau de constância da força de contato.

[001291] Como mencionado, o mecanismo tensionador H705 também é preferencialmente projetado ou configurado para aplicar uma força que é suficiente para firmemente reter o elemento de dobradiça H702 contra o membro de contato H703. A quantidade de força aplicada pelo mecanismo tensionador pode ser dependente de uma série de fatores, incluindo (mas não limitados a):

- A FRO pretendida do transdutor de áudio;
- A inércia rotacional da estrutura ou conjunto de diafragma e/ou o formato ou tamanho de comprimento, largura, profundidade da estrutura ou do conjunto de diafragma; e/ou
- A massa da estrutura ou do conjunto de diafragma.

[001292] Preferencialmente, a força líquida F tensionando um elemento de dobradiça a um membro de contato satisfaz a relação:

$$\text{iii.} \quad F > D \times (2\pi f_l)^2 \times I_s$$

em que I_s (em $\text{kg} \cdot \text{m}^2$) é a inércia rotacional, sobre o eixo de rotação, da parte do conjunto de diafragma que é apoiado pelo elemento de dobradiça, f_l (em Hz), é o limite inferior da FRO, e D é uma constante

preferencialmente igual a 5, ou, mais preferencialmente, igual a 15, ou, mais preferencialmente, igual a 30, ou, mais preferencialmente, igual a 40, ou, mais preferencialmente, igual a 50, ou, mais preferencialmente, igual a 60, ou, mais preferencialmente, igual a 70.

[001293] Preferencialmente, a relação acima é satisfeita de forma consistente, em todos os ângulos de rotação do elemento de dobradiça em relação ao membro de contato durante o curso de operação normal.

[001294] Em geral, o aumento da força tensionadora formará uma conexão mais dura e mais rígida, assim, mitigando ou parcialmente aliviando o movimento de translação indesejado potencial do elemento de dobradiça H702 em relação ao membro de contato H703. Isto significa que uma força superior pode ser desejável em alguns casos e, particularmente, para transdutores de áudio que se destinam a operar em frequências relativamente altas, tais como alto-falantes de agudos. Além disso, uma alta massa de estrutura de diafragma significa que uma força superior pode ser necessária para manter contato suficiente durante a operação em altas frequências. Em baixas frequências de operação, tais como para alto-falantes de graves, uma força tensionadora relativamente alta pode ter um impacto negativo pelo fato de poder causar a geração de ruído e/ou resistência ao movimento devido às forças de atrito/contato superiores durante a rolagem das superfícies de contato. Além disso, uma alta inércia rotacional da estrutura de diafragma pode significar que uma força de contato superior pode ser usada sem excessivamente comprometer a operação em baixas frequências, tudo mais sendo igual.

Complacência de Tensionamento

[001295] O mecanismo tensionador preferencialmente aplica uma força que é complacente em uma direção lateral com relação às superfícies de contato, de tal forma que a resistência à rolagem, originária no sistema de dobradiça, pode ser reduzida em certas circunstâncias durante a operação. Em outras palavras, o mecanismo tensionador apresenta um

nível ou grau de complacência entre o elemento de dobradiça e o membro de contato para possibilitar que o elemento de dobradiça gire ou role em relação ao membro de contato sobre o eixo de rotação desejado, e também permita algum movimento lateral relativo em algumas circunstâncias.

[001296] O grau ou nível de complacência do mecanismo tensionador também pode afetar a frequência de oscilação do diafragma durante a operação, da mesma forma que um objeto anexado a uma mola é afetado pela rigidez da mola. Portanto, a complacência do mecanismo tensionador também pode ser projetado com um ou mais fatores levados em consideração, incluindo (mas não limitados a) a FRO pretendida do transdutor de áudio. Para um transdutor de áudio configurado operar em frequências relativamente baixas, por exemplo, tal como um alto-falante de graves, a complacência do mecanismo tensionador pode ser relativamente alta, considerando que, para um transdutor configurado operar em uma frequência relativamente alta, tal como um alto-falante de agudos, a complacência do mecanismo tensionador pode ser relativamente baixa (ou seja, dura) sem afetar indevidamente o desempenho na extremidade inferior da FRO.

[001297] Outras complacências do sistema de dobradiça também podem ser levadas em consideração ao projetar o sistema de dobradiça e estas serão explicadas em alguns detalhes mais abaixo.

[001298] Preferencialmente, o mecanismo tensionador é suficientemente complacente, de tal forma que:

iv. quando o conjunto de diafragma está em uma posição neutra durante a operação; e

v. uma força adicional é aplicada ao elemento de dobradiça do membro de contato, em uma direção através da região de contato do elemento de dobradiça com a superfície de contato que é perpendicular à superfície de contato; e

a força adicional é relativamente pequena em comparação à força

tensionadora, de modo que não ocorra nenhuma separação entre o elemento de dobradiça e o membro de contato;

vi. a mudança resultante em uma força de reação exercida pelo membro de contato no elemento de dobradiça é maior do que a mudança resultante na força exercida pelo mecanismo tensionador.

[001299] Preferencialmente, a complacência da estrutura tensionadora exclui a complacência associada à e na região de contato entre os componentes não unidos dentro do mecanismo tensionador, em comparação ao membro de contato.

[001300] Preferencialmente, o mecanismo tensionador H705 é suficientemente complacente, de tal forma que a força tensionadora que ele aplica não varia em mais de 200%, ou, mais preferencialmente, 150% ou, mais preferencialmente, 100% da força média quando o transdutor está em repouso, quando o diafragma atravessa sua faixa de excursão total.

[001301] O método de simulação de modelo de computador, tal como a análise dos elementos finitos (FEA), da estrutura pode ser usado para analisar a complacência inerente em um mecanismo tensionador. Por exemplo, uma força pode ser aplicada a um elemento de dobradiça, a partir da superfície de contato, e o deslocamento, devido à complacência no mecanismo tensionador, pode, então, ser observado.

[001302] Preferencialmente, a rigidez k (em que " k " é como definido na lei de Hook) do mecanismo tensionador atuando em um elemento de dobradiça inferior a 5.000.000, mais preferencialmente é inferior a 1.000.000, mais preferencialmente é inferior a 500.000, mais preferencialmente é inferior a 200.000, mais preferencialmente é inferior a 100.000, mais preferencialmente é inferior a 50.000, mais preferencialmente é inferior a 20.000, mais preferencialmente é inferior a 5.000, e mais preferencialmente é inferior a 500.

[001303] Preferencialmente, quando o diafragma está em seu deslocamento de equilíbrio durante a operação normal, se duas forças

iguais e opostas são aplicadas perpendiculares às superfícies de contato, uma força para cada superfície, em direções, tais como para separá-las, a razão dF/dx entre um pequeno aumento na força em Newtons (dF), acima e além da força necessária para apenas conseguir a separação inicial, e a mudança resultante na separação nas superfícies em metros (dx) resultante da deformação do resto do alto-falante, excluindo a complacência associada à e na região localizada de pontos de contato entre os componentes não unidos dentro do mecanismo tensionador, é inferior a 10.000.000. Mais preferencialmente, esta é inferior a 5.000.000, mais preferencialmente inferior a 3.000.000, mais preferencialmente é inferior a 1.000.000, mais preferencialmente é inferior a 500.000, mais preferencialmente é inferior a 200.000, mais preferencialmente é inferior a 100.000, mais preferencialmente é inferior a 40.000, mais preferencialmente é inferior a 10.000, mais preferencialmente é inferior a 1.000, e mais preferencialmente é inferior a 500.

[001304] Pode-se pensar dF/dx como a rigidez (ou complacência inversa) da estrutura em termos de forças de translação aplicadas a uma articulação de dobradiça, em uma direção perpendicular às superfícies de contato e tal como a separar o elemento de dobradiça e a superfície de contato.

[001305] Observe que a complacência associada aos pontos de contato localizados entre materiais rígidos, por exemplo, devido aos recursos de superfície microscópica, não é sempre útil no contexto da análise da complacência de mecanismo tensionador, e por isso pode ser negligenciada. Isto porque tal complacência pode ser inconsistente com a excursão do diafragma, tempo/desgaste, se pó entra na lacuna, e entre unidades devido a variações de fabricação. O mecanismo tensionador, portanto, preferencialmente provê complacência por meio de estruturas mais controláveis, confiáveis e fabricáveis.

[001306] Se a simulação de computador for usada para determinar

a complacência e se alguém desejar excluir a complacência associada à e na região de pontos de contato localizada entre os componentes não unidos dentro do mecanismo tensionador, por razões esboçadas acima e também para evitar a imprecisão associada a uma incapacidade de as simulações de computador calcularem a complacência em situações de carga de ponto, estes pontos de contato podem ser substituídos por uma conexão sólida muito pequena, o equivalente a um ponto de solda. Tais conexões devem ser suficientemente pequenas, de tal modo que a resistência ao giro (o equivalente à rolagem para as finalidades da análise) em dito ponto seja desprezível em comparação a outras fontes de complacência que afetam as variáveis sendo investigadas. Adicionalmente, cuidados devem ser tomados para que soldas por ponto sejam aplicadas somente nas articulações que estão em compressão e para que as articulações que estão em tensão estejam livres para se separar como ocorreria no cenário do mundo real.

[001307] Como um exemplo, referindo-se às figuras K1g e K1i, as quais mostram um sistema de dobradiça de contato em uma modalidade K do transdutor de áudio, para analisar a complacência inerente no mecanismo tensionador deste sistema de dobradiça um método possível é aplicar, em uma primeira localização de contato k114 a ser analisada, uma força que separa o elemento de dobradiça K108 do membro de contato K105 (consulte as Figuras K1g e K1i). A força é, então, variada para determinar, por tentativa e erro, o que é necessário para apenas causar a separação na primeira localização de contato K114. Uma vez que uma pequena separação tiver sido atingida, as outras superfícies de contato ou superfície do sistema de dobradiça (há apenas uma outra neste exemplo) são observadas para ver se a separação ocorre. Se a separação ocorre em outra localização de contato, então, esta é fina, ou se nenhuma separação ocorre, então, uma 'solda por ponto' muito pequena é adicionada ao modelo nesta localização, a fim de unir os elementos de contato em termos de

translações em direção a/para longe um do outro, e, assim, eliminar a complacência associada aos recursos de superfície microscópicos nesta localização. Isto isola a análise para a complacência associada ao mecanismo tensionador, em oposição aos recursos de superfície microscópicos ou análise imprecisa associada a um ponto de carga. A força aplicada deve, então, ser aumentada, e a mudança associada na separação é observada. O aumento na força combinado com a mudança na separação indica a complacência do mecanismo tensionador.

[001308] Como uma possível verificação, o tamanho da solda por ponto pode ser reduzido e a análise acima repetida, a fim de confirmar que a solda em ambos os casos seja suficientemente pequena para que os resultados só sejam infimamente afetados por essa mudança.

[001309] Preferencialmente, a rigidez geral k (em que " k " é conforme definido na lei de Hook) do mecanismo tensionador que atua no elemento de dobradiça, a inércia rotacional acerca de seu eixo de rotação da parte do conjunto de diafragma apoiado por meio de ditas superfícies de contato, e a frequência de ressonância fundamental do diafragma em Hz (f) satisfaz a relação:

$$\text{vii.} \quad k < C \times 10,000 \times (2\pi f)^2 \times I$$

em que C é uma constante preferencialmente fornecida por 200, ou, mais preferencialmente, por 130, ou, mais preferencialmente, fornecida por 100, ou, mais preferencialmente, fornecida por 60, ou, mais preferencialmente, fornecida por 40, ou, mais preferencialmente, fornecida por 20, ou, mais preferencialmente, fornecida por 10.

[001310] Além disso, preferencialmente, quando o diafragma está em seu deslocamento de equilíbrio durante a operação normal, se duas pequenas forças iguais e opostas são aplicadas perpendiculares às superfícies de contato, uma força para cada superfície, em direções, tais como para separá-las, a relação entre um pequeno aumento na força em Newtons (dF), acima e além da força necessária para apenas conseguir a

separação inicial, a mudança resultante na separação nas superfícies em metros (dx), resultante da deformação do resto do alto-falante, excluindo a complacência associada à e na região localizada de pontos de contato entre os componentes não unidos dentro do mecanismo tensionador, a inércia rotacional do diafragma sobre o eixo de rotação do diafragma, com relação à superfície de contato em kg.m^2 (I), e a frequência de ressonância fundamental do diafragma em Hz (f), satisfaz a relação:

$$\text{viii.} \quad \frac{dF}{dx} < C \times 10,000 \times (2\pi f)^2 \times I$$

em que C é uma constante preferencialmente fornecida por 200, ou, mais preferencialmente, por 130, ou, mais preferencialmente, fornecida por 100, ou, mais preferencialmente, fornecida por 60, ou, mais preferencialmente, fornecida por 40, ou, mais preferencialmente, fornecida por 20, ou, mais preferencialmente, fornecida por 10.

Atingindo o equilíbrio

[001311] O mecanismo tensionador preferencialmente aplica a força de contato em uma localização e uma direção, de tal forma que:

4) no caso em que há um meio separado para aplicar uma força de restauração de giro de diafragma, a força tensionadora não resulta em nenhum momento significativo que pode, de outra forma, desestabilizar o diafragma, criando um equilíbrio instável, ou então aumentar indevidamente dita frequência de modo fundamental do diafragma, ou

5) no caso em que a força tensionadora é responsável, direta ou indiretamente, por aplicar a força de restauração de diafragma, então, a força de restauração deve ser suficientemente linear com a excursão de diafragma durante a operação normal.

[001312] Preferencialmente, a força tensionadora aplicada ao elemento de dobradiça é aplicada perto de uma borda que é colinear com o eixo de rotação do diafragma, em relação à superfície de contato ao longo de toda a faixa de excursão de diafragma. Mais preferencialmente, a força

tensionadora aplicada entre o elemento de dobradiça e a superfície de contato é aplicada em uma localização que é colinear a um eixo que passa perto do centro do raio de contato do lado da superfície de contato que é curva de forma convexa com um raio relativamente menor, quando visto no perfil de seção transversal em um plano perpendicular ao eixo de rotação, fora da superfície de contato do elemento de dobradiça e a superfície de contato do membro de contato, ao longo de toda a faixa da excursão de diafragma. Preferencialmente, em todos os momentos durante a operação normal, a localização e a direção da força tensionadora é tal que ela passa através de uma linha hipotética orientada paralelamente ao eixo de rotação e que passa pelo ponto, linha ou região de contato entre o elemento de dobradiça e o membro de contato.

[001313] As configurações descritas podem ajudar a minimizar qualquer força de restauração (minimizando W_n) que atua sobre o diafragma, evitar a criação de um equilíbrio instável e ajudar a impedir a força de restauração excessiva no diafragma, que poderia aumentar indevidamente a frequência de ressonância de diafragma fundamental W_n .

[001314] Apreciar-se-á que muitas formas diferentes de mecanismos tensionadores são possíveis e podem ser projetadas em conformidade com os requisitos mencionados acima. Por exemplo, a mola ou outras estruturas de membro resiliente podem ser usadas em algumas modalidades. Caso contrário, uma estrutura à base de força magnética também pode ser utilizada. Exemplos destas serão fornecidas com referência às modalidades da presente invenção. Entretanto, apreciar-se-á que outros mecanismos tensionadores conhecidos na técnica podem ser usados e a invenção não se destina a ser limitada a tais exemplos.

3.2.1e Restrição rígida provida pelo contato

[001315] O contato entre o elemento de dobradiça H702 e o membro de contato H703 preferencialmente restringe de forma substancialmente rígida o elemento de dobradiça no ponto/região de

contato H704 contra a translação em relação ao membro de contato em, no mínimo, direções perpendiculares ao plano tangente à superfície do elemento de dobradiça no ponto/região de contato. Isto é preferencialmente provido pelo mecanismo tensionador, mas não pode estar em algumas modalidades. Em operação normal, quando as forças que são pequenas (e em oposição) em comparação à força tensionadora que é aplicada ao elemento de dobradiça H702, o contato físico consistente entre o elemento de dobradiça e o membro de contato rigidamente restringe a parte de contato do elemento de dobradiça contra movimentos de translação, em relação ao membro de contato em uma direção perpendicular à superfície de contato. Preferencialmente, quando as forças que são pequenas em comparação à força tensionadora, isto é, forças que são típicas durante a operação normal, são aplicadas ao elemento de dobradiça, o contato físico consistente também restringirá de forma rígida o elemento de dobradiça, no ponto de contato, contra a translação, em relação ao membro de contato, em direções substancialmente paralelas ou substancialmente dentro do plano tangente à superfície do elemento de dobradiça no ponto/região de contato. Tal restrição, mais preferencialmente, resulta do atrito estático entre o elemento de dobradiça e a superfície de contato. Se restrição translacional significativa não for provida, o sistema de dobradiça não terá um bom desempenho, ou desempenho algum, em termos de ser capaz de impedir que os modos de rompimento ocorram dentro da FRO.

3.2.1f Módulo e geometria

[001316] É preferencial que tanto o elemento de dobradiça H702 quanto o membro de contato H703 sejam formados a partir de um material substancialmente rígido. Uma pequena quantidade de deflexão na região de contato pode resultar em uma redução significativa na frequência de modos de rompimento de diafragma, e uma redução correspondente na qualidade do som.

[001317] Por exemplo, o elemento de dobradiça e o membro de

contato são feitos de um material com módulo de Young superior a aproximadamente 8 GPa, ou, mais preferencialmente, superior a aproximadamente 20 GPa. Materiais adequados incluem, por exemplo, um metal, tal como aço, titânio ou alumínio, ou uma cerâmica ou tungstênio.

[001318] As superfícies de contato do elemento de dobradiça H702 e o membro de contato H703 também podem ser revestidas com um revestimento duro, durável e rígido. Um componente de alumínio pode ser anodizado ou um componente de aço pode ter um revestimento de cerâmica. Um revestimento de cerâmica, em um ou preferencialmente ambos os componentes, reduzirá ou eliminará os mecanismos de corrosão devido ao atrito e/ou outros, nos pontos de contato. Uma ou (preferencialmente) ambas das superfícies do elemento de contato e o membro de dobradiça na localização de contato podem compreender um material não metálico ou revestimento e/ou material resistente à corrosão, ou revestimento e/ou material ou revestimento resistente à corrosão relacionada ao atrito por esta razão.

[001319] A geometria do elemento de dobradiça H702 e do membro de contato H703 também deve ser substancialmente rígida perto do ponto/região de contato H704. Se qualquer componente fosse ter uma parede particularmente fina que não foi apoiada nas proximidades do ponto/região de contato, por exemplo, então, poderia haver um risco de deflexão e complacência de dobradiça associada – permitindo o movimento de translação dentro do plano tangencial, por exemplo. Por esta razão, é preferencial que tanto o elemento de dobradiça quanto o membro de contato sejam substancialmente grossos e/ou largos em comparação ao raio de curvatura da superfície de contato de raio relativamente menor na localização de contato H704.

[001320] Preferencialmente, o elemento de dobradiça é mais grosso do que $1/8$, ou $1/4$, ou $1/2$ ou, mais preferencialmente, mais grosso do que o raio da superfície de contato que é mais convexa no perfil lateral fora

daquele do elemento de dobradiça e o membro de contato, na localização de contato. Além disso, é preferencial que a espessura da parede do membro de contato seja mais grossa do que $1/8$, ou $1/4$, ou $1/2$ ou, mais preferencialmente, mais grossa do que o raio da superfície de contato que é mais convexa no perfil lateral fora daquele do elemento de dobradiça e o membro de contato, na localização de contato.

[001321] Preferencialmente, há pelo menos uma via substancialmente não complacente por meio da qual cargas de translação podem passar do diafragma até a estrutura de base do transdutor por meio da articulação de dobradiça. Por exemplo, há pelo menos uma via conectando o corpo de diafragma à estrutura de base composta de componentes substancialmente rígidos e por meio da qual, nas imediações de lugares em que um componente rígido toca o outro sem ser rigidamente conectado, todos os materiais têm um módulo de Young superior a 8 GPa, ou ainda mais preferencialmente superior a 20 GPa.

3.2.1g Rolagem

[001322] O elemento de dobradiça H702 é preferencialmente capaz de rolar e/ou balançar contra o membro de contato H703 de maneira substancialmente livre durante a operação. Deve-se notar que um mecanismo de rolagem não necessariamente define uma ação de rotação perfeitamente pura. Por exemplo, se a superfície curva de forma convexa de raio menor tiver um raio inferior a 0, quando vista no perfil de seção transversal em um plano perpendicular ao eixo de rotação e, então, também haverá um elemento de translação no movimento dessa superfície contra a outra e isto pode mudar a localização do eixo de rotação durante a operação. Além disso, se o elemento de dobradiça H702 tiver um perfil de seção transversal parabólico, quando visto em um plano perpendicular ao eixo de rotação, e o membro de contato tiver um perfil de seção transversal plano, quando visto em um plano perpendicular ao eixo de rotação, então, o grau de translação pode variar conforme o diafragma desvia novamente,

mudando a localização do eixo de rotação. Embora em algumas configurações a distância de translação possa ser significativa, para as finalidades desta invenção, referência a um eixo de rotação significará um eixo de rotação aproximado, conforme definido pela articulação de dobradiça durante a operação.

3.2.1h Fricção

[001323] Em algumas configurações, também é possível para o elemento de dobradiça H702 esfregar, torcer, deslizar contra ou mover-se ao longo da superfície do membro de contato H703 à medida que ele se dobra. Por exemplo, em uma configuração, o elemento de dobradiça toca o membro de contato e gira (ou torce) sobre um eixo que se encontra perpendicular ao plano tangente à superfície no ponto/região de contato H704. Materiais adequados tanto para o elemento de dobradiça quanto para o membro de contato podem incluir um material duro e rígido, tal como safira ou rubi. Nesta configuração, uma articulação de dobradiça seria localizada em um lado da largura do diafragma e um segundo elemento seria localizado no outro. Ambas as articulações de dobradiça definiriam um eixo de rotação.

[001324] É preferencial que todos os pontos de fricção ou de deslizamento deveriam ser localizados o mais próximo do eixo de rotação quanto possível. Preferencialmente, qualquer que seja a superfície de contato do elemento de dobradiça e a superfície de contato tem o raio de curvatura convexo menor, quando visto no perfil de seção transversal ao longo de um plano perpendicular ao eixo de rotação, também tem um raio que é relativamente pequeno em comparação ao comprimento do conjunto de diafragma, como medido a partir do eixo de rotação das duas partes para a periferia mais distante do diafragma. Este raio é, por exemplo, inferior a 2% do comprimento do conjunto de diafragma, mais preferencialmente, inferior a 1% do comprimento do conjunto de diafragma.

3.2.1i Conexão à estrutura de base e diafragma

[001325] O sistema de dobradiça, incluindo a articulação de dobradiça H701, pode ser configurado para acoplar entre um conjunto de diafragma e uma estrutura de base do transdutor. Por exemplo, o conjunto de dobradiça do sistema de dobradiça, incluindo o elemento de dobradiça H702 da articulação de dobradiça de contato H701, pode ser rigidamente conectado ao conjunto de diafragma, e o membro de contato H703 da articulação de dobradiça do conjunto pode ser rigidamente anexado à estrutura de base do transdutor. Isto forma um mecanismo de articulação de dobradiça simples e eficaz por meio do qual a via que as forças translacionais são transferidas entre o diafragma e a estrutura de base é direta, o que ajuda a atingir rigidez contra translações puras. A ausência de componentes intermediários ajuda a minimizar oportunidade para a complacência. Em outras palavras, as conexões são rígidas, de tal modo que não haja complacência de baixa a zero na interface da estrutura ou conjunto de diafragma com o elemento de dobradiça, e na interface da estrutura da base com o membro de contato.

[001326] Alternativamente, a articulação de dobradiça poderia ser invertida de modo a que o elemento de dobradiça H702 seja rigidamente anexado à estrutura de base do transdutor e o membro de contato H703 é rigidamente anexado ao conjunto de diafragma.

[001327] Preferencialmente, o diafragma é apoiado de forma operacional pelo sistema de dobradiça para substancialmente girar sobre um eixo de rotação aproximado em relação à estrutura de base do transdutor. Preferencialmente, o elemento de dobradiça rola contra a superfície de contato sobre um eixo que é substancialmente colinear com um eixo de rotação do diafragma. Mas, alternativamente, o elemento de dobradiça rola sobre um eixo que é paralelo, mas não colinear com o eixo de rotação.

[001328] O conjunto de diafragma incluindo a estrutura ou o corpo de diafragma está, preferencialmente, em estreita proximidade, intimamente

associado e/ou em contato com cada articulação de dobradiça e as superfícies de contato associada. Também é preferencial que o elemento de dobradiça (ou o membro de contato) seja rigidamente anexado à estrutura de diafragma e, portanto, é um componente e forma parte do conjunto de diafragma de modo que, para todos os efeitos, a estrutura de diafragma está em contato direto, levando à melhora de rigidez de translação. Da mesma forma, a estrutura de base do transdutor e, em particular, a massa compacta da estrutura de base está preferencialmente em estreita proximidade, intimamente associada e/ou em contato com cada articulação de dobradiça e as superfícies de contato associadas. Também é preferencial que o membro de contato (ou o elemento de dobradiça) seja rigidamente anexado à massa compacta da estrutura de base e, portanto, seja um componente e forme parte da estrutura de base de modo que, para todos os efeitos, a estrutura de base está em contato direto, levando à melhora de rigidez de translação.

[001329] Se houver uma distância que separa a estrutura de diafragma e a superfície de contato, é preferencial que esta distância seja pequena em comparação à distância total do eixo de rotação para a periferia mais distal da estrutura de diafragma, de tal forma que o diafragma e cada articulação de dobradiça estão intimamente associados. Por exemplo, é preferencial que esta distância seja inferior a $\frac{1}{4}$ da distância máxima da ponta do diafragma ao eixo de rotação, ou, ainda mais preferencialmente, inferior a $\frac{1}{8}$ da distância máxima da ponta do diafragma ao eixo de rotação, ou, mais preferencialmente, inferior a $\frac{1}{16}$ da distância máxima da ponta do diafragma ao eixo de rotação. Isto ajuda a reduzir a complacência entre o corpo do diafragma e a articulação de dobradiça. Da mesma forma, a massa compacta da estrutura de base do transdutor e de cada articulação de dobradiça é, preferencialmente, intimamente associada por distâncias semelhantes se houver uma separação.

3.2.1j Calço no sistema de dobradiça

[001330] Em algumas configurações possíveis, o membro de contato H703 pode ser anexado à estrutura de base do transdutor, por meio de um ou mais calços ou outros membros substancialmente rígidos. Estes podem ser considerados a formar parte do membro de contato H703 em alguns casos. Por exemplo, um projetista pode, talvez, decidir o que é útil para inserir um calço na lacuna H704. Neste caso, o sistema de dobradiça H701 pode ainda funcionar bem com apenas o mínimo de aumento na complacência translacional. É preferencial que um calço usado nesta configuração seja de alta rigidez, e deva, preferencialmente, ser feito de um material com módulo de Young superior a aproximadamente 8 GPa, ou, mais preferencialmente, superior a aproximadamente 20 GPa. Materiais adequados incluem, por exemplo, um metal, tal como aço, titânio ou alumínio, ou uma cerâmica ou tungstênio.

[001331] Preferencialmente, um dentre o conjunto de diafragma e a estrutura de base do transdutor é efetivamente conectado de forma rígida a pelo menos uma parte do elemento de dobradiça de cada articulação de dobradiça nas imediações da região de contato, e o outro dentre o conjunto de diafragma e a estrutura de base do transdutor é efetivamente conectado de forma rígida a pelo menos uma parte do membro de contato de cada articulação de dobradiça nas imediações da região de contato.

[001332] Também é preferencial que em todos os momentos durante o curso de operação normal, o ponto ou a região onde o elemento de dobradiça e o membro de contato estão em contato é efetivamente conectada de forma rígida ao elemento de dobradiça e a estrutura de base do transdutor, em termos de deslocamentos de translação em todas as direções. Desta forma, a superfície de contato e o elemento de dobradiça de cada articulação de dobradiça é efetivamente, substancialmente, imóvel tanto em relação ao conjunto de diafragma quanto à estrutura de base do transdutor, em termos de deslocamentos de translação.

[001333] Preferencialmente, um dentre o conjunto de diafragma e

a estrutura de base do transdutor é efetivamente conectado de forma rígida ao elemento de dobradiça, e o outro dentre o conjunto de diafragma e a estrutura de base do transdutor é efetivamente conectado de forma rígida ao membro de contato. Além disso, preferencialmente, um dentre o conjunto de diafragma e a estrutura de base do transdutor é efetivamente conectado de forma rígida a uma parte ou partes do elemento de dobradiça nas imediações da localização em que o elemento de dobradiça e o membro de contato estão em contato, e o outro dentre o conjunto de diafragma e a estrutura de base do transdutor é efetivamente conectado de forma rígida a uma parte ou partes do membro de contato nas imediações da localização em que o elemento de dobradiça e o membro de contato estão em contato.

[001334] A modalidade mostrada na Fig. A1f é um exemplo desta configuração, que provê vantagens incluindo simplicidade, baixo custo e baixa suscetibilidade à ressonância indesejável, como será descrito mais detalhadamente abaixo.

[001335] Note que se um calço de metal plano devia ser inserido na lacuna entre o conjunto de diafragma e a estrutura de base do transdutor, de tal forma que este foi retido em contato constante contra a estrutura de base do transdutor pelo conjunto de diafragma, o dispositivo ainda funcionaria razoavelmente bem. O calço comportar-se-ia, pelo menos na área localizada do ponto/região de contato, como se fosse rigidamente conectado à estrutura de base do transdutor. Neste caso, se o membro de contato compreende o calço e o conjunto de diafragma compreende o elemento de dobradiça, a estrutura de base do transdutor permanece rigidamente conectada de forma eficaz ao calço/membro de contato, e o elemento de dobradiça é rigidamente conectado ao conjunto de diafragma, assim, a configuração vantajosa ainda existe, como descrito acima.

3.2.2 MODALIDADE A – SISTEMA DE DOBRADIÇA DE CONTATO

Visão Geral do Sistema de Dobradiça

[001336] Um exemplo de uma configuração de sistema de dobradiça de contato da invenção projetada em conformidade com os princípios e considerações de projeto descritos acima é mostrado em uma modalidade A de transdutor de áudio representado na Figura A1. A modalidade A do transdutor da presente invenção compreende um alto-falante de ação rotacional com um conjunto de diafragma A101 que é acoplado de forma articulada a uma estrutura de base do transdutor A115 por meio de um sistema de dobradiça. Como mencionado na seção 3.2 deste relatório descritivo, o conjunto de diafragma compreende um corpo de diafragma que permanece substancialmente rígido durante a operação. O conjunto de diafragma preferencialmente mantém uma forma substancialmente rígida ao longo da FRO do transdutor durante a operação. O sistema de dobradiça é configurado para apoiar de forma operacional o conjunto de diafragma e forma um contato de rolagem entre o conjunto de diafragma A101 e a estrutura de base do transdutor A115, de tal forma que o conjunto de diafragma A101 possa girar ou balançar/oscilar em relação à estrutura de base A115. Neste exemplo, o sistema de dobradiça compreende um conjunto de dobradiça A301 (mostrado na Figura A3a) com uma ou mais articulações de dobradiça, em que cada articulação de dobradiça compreende um elemento de dobradiça e um membro de contato, o membro de contato com uma superfície de contato. Nesta modalidade, o conjunto de dobradiça compreende um par de articulações de dobradiça de cada lado do conjunto de diafragma. Apreciar-se-á que os elementos de dobradiça das articulações de dobradiça podem ser elementos de componentes iguais ou separados, e/ou os membros de contato das articulações de dobradiça podem ser membros de componentes iguais ou separados, como será evidente a partir da descrição abaixo. Durante a operação, cada articulação de dobradiça é configurada para permitir que o elemento de dobradiça se mova em relação ao membro de contato associado ao manter um contato físico

substancialmente consistente com a superfície de contato. Além disso, o sistema de dobradiça tensiona o elemento de dobradiça em direção à superfície de contato. Preferencialmente, o sistema de dobradiça é configurado para aplicar uma força tensionadora ao elemento de dobradiça de cada articulação em direção à superfície de contato associada, de forma complacente.

[001337] Nesta modalidade, ambas as articulações de dobradiça compreendem um elemento de dobradiça comum, sendo uma haste de dobradiça longitudinal A111, que rola contra um membro de contato, sendo uma barra de contato longitudinal A105 com uma superfície de contato (também mostrada na Figura A1f), sem substancialmente deslizamento ou insignificante durante a operação. Neste exemplo, o elemento de dobradiça A111 compreende uma superfície de contato substancialmente curva de forma convexa ou vértice em um lado do elemento de dobradiça na região de contato A112, e a superfície de contato em um lado da barra de contato A105 na região de contato A112 é substancialmente plana ou chata. Apreciar-se-á que, em configurações alternativas, como descrito acima, um dentre o elemento de dobradiça A111 ou o membro de contato A105 pode compreender uma superfície de contato curva de forma convexa em um lado e a outra superfície correspondente da barra de contato ou do elemento de dobradiça podem compreender uma superfície plana, côncava, menos convexa (de raio de curvatura relativamente maior), ou mesmo outra superfície convexa de raio semelhante, para possibilitar a rolagem de uma superfície em relação à outra.

[001338] Os componentes de elemento de dobradiça A111 e de membro de contato A105 são retidos em contato físico substancialmente constante e/ou consistente por uma força substancialmente consistente aplicada a um grau de complacência por um mecanismo tensionador do sistema de dobradiça. O mecanismo tensionador pode compreender parte do conjunto de dobradiça, por exemplo, parte do elemento de dobradiça

e/ou separado deste, como será adicionalmente explicado com alguns exemplos abaixo. O conjunto, a estrutura ou o corpo de diafragma também pode compreender o mecanismo tensionador em algumas modalidades. No exemplo da modalidade A do transdutor de áudio, o mecanismo tensionador do sistema de articulação compreende uma estrutura ou conjunto magnético com um ímã permanente A102 com peças polares opostas A103 e A104 e também a haste de aço magneticamente atrativa A111 incorporada no conjunto de diafragma. O mecanismo tensionador atua para forçar a elemento de dobradiça contra o membro de contato com um nível desejado de complacência. O mecanismo tensionador assegura que o elemento de dobradiça A111 e o membro de contato A105 permanece em contato físico durante a operação do transdutor de áudio e também é, preferencialmente, suficientemente complacente, de tal forma que o sistema de dobradiça, e particularmente o elemento de dobradiça móvel, é menos suscetível a resistências à rolagem que possam existir durante a operação devido a fatores, tais como as variações de fabricação ou imperfeições nas superfícies de contato e/ou devido ao pó ou outros materiais estranhos que possam ser inadvertidamente introduzidos no conjunto, durante a fabricação ou montagem do sistema de dobradiça, por exemplo. Desta forma, o elemento de dobradiça A111 pode continuar a rolar contra o membro de contato sem afetar de forma significativa o movimento de rotação do diafragma durante a operação e, assim, mitigar ou pelo menos parcialmente aliviar os distúrbios de som que possam ocorrer de outra forma.

[001339] Preferencialmente, a força tensionadora é aplicada em uma direção substancialmente perpendicular à superfície de contato na região de contato entre o elemento de dobradiça e o membro de contato. Preferencialmente, o mecanismo tensionador é substancialmente complacente. Preferencialmente, o mecanismo tensionador é substancialmente complacente em uma direção substancialmente

perpendicular à superfície de contato na região de contato entre o elemento de dobradiça e o membro de contato. O contato entre o elemento de dobradiça e o membro de contato preferencialmente restringe de forma substancialmente rígida o elemento de dobradiça no ponto/região de contato contra a translação em relação ao membro de contato em, no mínimo, direções perpendiculares ao plano tangente à superfície do elemento de dobradiça no ponto/região de contato.

[001340] O mecanismo tensionador é configurado para aplicar uma força em uma direção substancialmente paralela ao eixo longitudinal da estrutura de diafragma e/ou substancialmente perpendicular ao plano tangente à região ou linha de contato A112 ou vértice do elemento de dobradiça A111 para reter o elemento de dobradiça A111 contra o membro de contato A105. O mecanismo tensionador também é suficientemente complacente pelo menos nesta direção lateral, de tal forma que o elemento de dobradiça de rolagem possa se mover sobre imperfeições ou material estranho que existe entre as superfícies de contato do sistema de dobradiça com resistência mínima, assim, permitindo uma ação de rolagem suave e suficientemente inalterada do elemento de dobradiça sobre o membro de contato durante a operação. Em outras palavras, o aumento de complacência do mecanismo tensionador permite que a dobradiça opere semelhante a um sistema de dobradiça com superfícies de contato perfeitamente lisas e inalteradas.

Mecanismo tensionador

[001341] No exemplo da modalidade A do transdutor de áudio, o mecanismo tensionador do sistema de articulação compreende uma estrutura à base de ímã com um ímã A102 com peças polares opostas A103 e A104 e também a haste magneticamente atrativa A111 incorporada no conjunto de diafragma. O ímã A102 pode ser feito de, por exemplo, mas não limitado a, um material de Neodímio. As peças polares opostas A103 e A104 podem ser feitas de, por exemplo, um material ferromagnético, tal

como, mas não limitado a, aço doce). As peças polares A103 e A104 estão localizadas em cada lado da barra de contato A105 e da haste de eixo A111 para, assim, criar um campo magnético entre estes que exerce uma força na haste A111, tensionando-a em direção ao membro de contato A105. Neste exemplo, o ímã A102 está localizado em alinhamento longitudinal com o conjunto de diafragma e as peças polares estão localizadas adjacentes em qualquer lado das faces principais opostas do conjunto de diafragma para atingir o campo magnético, entretanto, apreciar-se-á que outras configurações também são possíveis.

[001342] A haste A111 pode ser feita de, por exemplo, mas não limitado a, um material ferromagnético, tal como aço inoxidável e, neste caso, forma parte do conjunto de diafragma A101. Neste exemplo, a barra de contato A105 também é feita de um material ferromagnético, tal como aço inoxidável, entretanto, outros materiais adequados podem ser incorporados em configurações alternativas. Um aço suficientemente magnético é preferencialmente usado, tal como aço de classificação 422, entretanto, outros tipos também são possíveis. Tanto a barra de contato A105 quanto a haste A111 são, na sua forma preferencial, revestidas usando uma fina camada cerâmica de deposição de vapor físico, tal como nitreto de cromo, a qual: tem um coeficiente de atrito razoavelmente alto (o que ajuda a impedir a derrapagem em um ponto de contato), tem, preferencialmente, características de baixo desgaste e, sendo não metálica, é útil em termos de ajudar a impedir a corrosão, tal como atrito. Apreciar-se-á que outros materiais e/ou revestimentos podem ser utilizados para a barra de contato A105 e/ou haste A111, conforme explicado na seção anterior e a invenção não se destina a ser limitada a este exemplo específico. O conjunto de diafragma A101 e a estrutura de base do transdutor A115 são substancialmente rígidos. Os materiais, as geometrias e a construção tanto do conjunto de diafragma quanto da estrutura de base do transdutor são relativamente rígidos nas imediações e/ou próximos da região de contato

A112 na barra de contato A105.

[001343] Como mencionado, o mecanismo tensionador, incluindo o ímã A102, as peças polares A103, A104 da estrutura de base do transdutor e a haste A111 dos conjuntos de dobradiça e de diafragma, forma um campo magnético que aplica uma força tensionadora em particular no elemento de dobradiça A111 e que leve a um grau de complacência e/ou rigidez ao movimento em particular. Em outras palavras, a força magnética é complacente a um grau que possibilita que o elemento de dobradiça se mova em translação em relação ao membro de contato ao longo de um eixo substancialmente paralelo ao eixo longitudinal do conjunto de diafragma A101.

[001344] O campo magnético gerado por esta estrutura inclui as linhas de campo magnético que atravessam do lado norte do ímã A102 (o lado norte, como indicado pela direção da seta e o símbolo "N" na Figura A1e) e se estende até a peça polar externa do lado norte A103 em direção a sua extremidade mais próxima da bobina A109 e, então, de forma aproximadamente linear através do primeiro lado longo de enrolamento de bobina A109, o primeiro lado do espaçador A110, a haste A111 e até a extremidade da peça polar externa do lado sul A104. O campo, então, segue a peça polar externa do lado sul A104 e reintroduz o ímã A102 no lado sul (o lado sul como indicado pela direção da seta e o símbolo "S" na Figura A1e). Apreciar-se-á que a orientação dos polos norte e sul do ímã pode ser alterada em configurações alternativas.

[001345] A direção da força exercida por um lado de enrolamento de bobina A109 dependerá da direção da corrente elétrica através da bobina. Como a força gerada é sempre perpendicular, tanto na direção da corrente quanto do campo magnético, com referência à Figura A1e e A1f, a direção da força aplicada por um lado longo de enrolamento de bobina A109 será aproximadamente esquerda ou direita.

[001346] Um mecanismo tensionador magnético provê vantagens

com relação aos objetivos de um mecanismo tensionador, preferencialmente, provendo uma força substancial para uma ou mais articulações de dobradiça aplicada com complacência substancial, e que tensiona um ou mais elementos de dobradiça para um ou mais membros de contato, ao ainda permitir um movimento de rotação substancialmente desobstruído entre os respectivos pares de elementos de dobradiça e membros de contato.

[001347] Em outras configurações, um mecanismo tensionador poderia consistir em vários ímãs dispostos para repelir e/ou atrair um ao outro.

[001348] O grau de complacência e a quantidade de força que pode ser projetado com base em qualquer um dos seguintes fatores, como explicado em detalhes acima:

- A FRO pretendida do transdutor de áudio;
- A inércia rotacional da estrutura ou conjunto de diafragma e/ou o formato ou tamanho de comprimento, largura, profundidade da estrutura ou do conjunto de diafragma; e/ou
- A massa da estrutura ou do conjunto de diafragma.

[001349] A análise do método dos elementos finitos é uma boa maneira de determinar a complacência inerente ao mecanismo tensionador de um sistema de dobradiça, como descrito na seção 3.2.1d.

[001350] O sistema de dobradiça da presente invenção que é empregada na modalidade A do transdutor de áudio provê um benefício ganha-ganha, sendo que a complacência translacional (ou seja, a facilidade com que a haste A111 pode executar translação em relação à barra de contato A105) na articulação de dobradiça é relativamente baixa ou mitigada, como a via principal através da qual as cargas são passadas entre o conjunto de diafragma e a estrutura de base do transdutor consiste inteiramente em componentes feitos de materiais rígidos e com geometrias rígidas. Além disso, uma vez que a força retendo a haste A111 e a barra de

contato A105 juntas é aplicada de forma complacente, a resistência à rotação pode ser feita para ser relativamente baixa, consistente e confiável, especialmente em relação à firmeza de contato.

[001351] Este desempenho é atingido através da assimetria inerente no sistema de dobradiça por meio do qual, de um lado, o mecanismo tensionador aplica de forma complacente uma força consistente que retém o conjunto de diafragma contra a estrutura de base do transdutor, e, do lado oposto, a estrutura de base do transdutor responde pela definição de um deslocamento substancialmente constante, resultando em uma força de reação igual e oposta aplicada na direção oposta e a complacência de translação mínima que poderia exacerbar modos de ressonância de estrutura de diafragma-base indesejados. Preferencialmente, a força de reação é provida por partes do membro de contato que conectam a superfície de contato ao corpo principal do membro de contato, os quais são comparativamente não complacentes.

[001352] O mecanismo tensionador desta modalidade é suficientemente complacente, de tal forma que não exiba cargas internas significativas em relação ao conjunto de diafragma durante a operação. Por exemplo, durante a operação, quando pequenas cargas são aplicadas ao conjunto de diafragma em uso, por exemplo, quando um modo de ressonância de rompimento é excitado, o deslocamento da haste A111 dos conjuntos de dobradiça e de diafragma é resistido, principalmente, pelo contato com a barra de contato A105, uma vez que esta conexão é construída de forma não complacente. Por outro lado, o mecanismo tensionador é relativamente complacente e, portanto, é configurado para manter cargas internas relativamente constantes e não resiste de forma eficaz a tais deslocamentos.

[001353] Preferencialmente, o elemento de dobradiça/haste A111 é rigidamente conectado à estrutura de diafragma e forma parte do conjunto de diafragma, e a região do elemento de dobradiça A111, imediatamente

local à superfície de contato A112, particularmente, e também as conexões entre esta região e o resto do conjunto de diafragma, são relativamente não complacentes em comparação ao mecanismo tensionador.

[001354] No caso de a modalidade A do transdutor de áudio, a força exercida pelo componente gerador de força do mecanismo de excitação, sendo os enrolamentos de bobina A109, podem potencialmente atuar de forma que faça com que o elemento de dobradiça e o membro de contato deslize de forma imprevisível. Para minimizar esta possibilidade, a força resultante aplicada por todos os mecanismos tensionadores deve, preferencialmente, ser maior do que a força máxima aplicada pelo mecanismo de excitação. Preferencialmente, a força é superior a 1,5, ou, mais preferencialmente, 2,5, ou, ainda mais preferencialmente, 4 vezes a força da excitação máxima sofrida durante a operação normal do transdutor.

[001355] A força que tensiona o elemento de dobradiça A111 em direção ao membro de contato A105 é, preferencialmente, suficientemente grande de tal forma que contato substancialmente insignificante ou sem deslizamento é mantido entre o elemento de dobradiça A111 e o membro de contato A105, quando a excitação máxima é aplicada ao conjunto de diafragma durante a operação normal do transdutor. Preferencialmente, a força tensionadora em uma articulação de dobradiça em particular é 3 vezes, ou, mais preferencialmente, 6 vezes, ou, mais preferencialmente, 10 vezes maior do que o componente da força de reação que ocorre na articulação de dobradiça em uma direção paralela à superfície de contato, quando a excitação máxima é aplicada ao conjunto de diafragma durante a operação normal do transdutor. Preferivelmente, pelo menos 30%, ou, mais preferencialmente, pelo menos 50%, ou, mais preferencialmente, pelo menos 70% da força de contato entre o elemento da dobradiça e o membro do contato é provido pelo mecanismo tensionador.

[001356] A força líquida aplicada por todos os mecanismos

tensionadores é aplicada em uma direção, aproximadamente, e permite alguma variação à medida que o diafragma de gira durante o curso de operação normal, o que minimiza a tendência para derrapagem no(s) ponto(s) de contato. Assim, no caso da modalidade A, é preferencial que a força tensionadora seja aplicada em uma direção com um ângulo inferior a 25 graus, ou, mais preferencialmente, inferior a 10 graus, e, ainda mais preferencialmente, inferior a 5 graus a um eixo perpendicular à superfície de contato (ou de um vetor normal à superfície de contato) onde ele toca o elemento de dobradiça quando em uso. Mais preferencialmente, o ângulo é de aproximadamente 0 grau entre os dois, que é o caso para a modalidade A, quando em uso.

Articulação de Dobradiça

[001357] No exemplo da modalidade A, a barra de contato A105, está rigidamente conectada à estrutura de base do transdutor A115. A barra de contato A105 pode ser formada separadamente e rigidamente acoplada à estrutura de base por meio de qualquer mecanismo adequado ou, caso contrário, pode ser formada integralmente com outra parte da estrutura da base A115. A barra de contato A105 pode formar parte da estrutura de base. Neste exemplo, a barra de contato A105 é rigidamente acoplada a uma face do ímã A102 da estrutura de base A115 e forma parte da estrutura de base. Da mesma forma, o elemento de dobradiça/haste A111 é rigidamente acoplado à estrutura de diafragma A101 e pode, portanto, fazer parte do conjunto de diafragma A101. A haste A111 pode ser formada de forma separada ou integral com o conjunto de diafragma. Neste exemplo, a haste A111 é formada separadamente e uma face de extremidade plana oposta à superfície curva de forma convexa acopla rigidamente uma face de extremidade plana correspondente do corpo de diafragma A208, por meio de qualquer mecanismo adequado conhecido na técnica.

[001358] Neste exemplo, a superfície curva de forma convexa A311 da haste de eixo A111 compreende um raio relativamente pequeno

de aproximadamente 0,05-0,15 mm, por exemplo, 0,12 mm na localização/região de contato A112. Este é inferior a 1% do comprimento A211 (mostrado na Figura A2f) do corpo do diafragma A208 do eixo de rotação A114 à ponta/borda distal do diafragma. Por exemplo, neste exemplo, o comprimento do corpo de diafragma é de aproximadamente 15 mm. Esta razão ajuda a facilitar o livre movimento do diafragma e uma baixa frequência de ressonância de diafragma fundamental (W_n). Apreciarse-á que estas dimensões são apenas exemplares e outras são possíveis conforme definido na seção de princípios e considerações de projeto anteriores deste relatório descritivo.

[001359] Referindo-se à Figura A3a, os componentes do conjunto de dobradiça de contato do sistema de dobradiça são mostrados em mais detalhes. O elemento de dobradiça ou a haste A111 compreende um corpo substancialmente longitudinal com um formato geral aproximadamente cilíndrico. O tamanho da haste é dependente da aplicação e o tamanho do transdutor, por exemplo, pode estar entre cerca de 1 mm e 10 mm para uma aplicação de áudio pessoal. Outros tamanhos estão previstos e este exemplo não se destina a limitar a faixa de tamanhos possíveis. Referindo-se também a Figura A2g, adjacente a qualquer extremidade A203 da haste A111 está um recesso ou secção de diâmetro reduzido A202. Desta forma, a haste A111 compreende uma seção central A201 e as duas seções de extremidade de diâmetros substancialmente similares e duas seções de recesso entre a seção central e qualquer seção de extremidade de diâmetros substancialmente reduzidos em relação às seções centrais e de extremidade. O membro de contato A105 compreende um corpo principal com uma superfície substancialmente plana. Um par de blocos de contato se projetam lateralmente a partir da superfície plana. O corpo principal é configurado para acoplar o ímã A102 e/ou a estrutura de base A115 do conjunto de transdutor no estado montado do transdutor.

[001360] Cada seção de recesso A202 é dimensionado para

receber um bloco de contato correspondente A105a e A105b que se projeta de uma face do membro de contato A105. Cada bloco de contato é dimensionado para ser acomodado dentro do recesso correspondente e compreende uma superfície de contato substancialmente plana A105c configurada para se localizar contra/adjacente a uma face oposta da seção de recesso. Cada seção de recesso A202 da haste de eixo A111 compreende uma superfície curva de forma substancialmente convexa (na seção transversal) que está configurada para estar em contato contra a superfície de contato A105c do bloco de contato correspondente A105a/A105b do membro de contato A105, na forma montada do conjunto. A seção central A201 da haste de eixo A111 é configurada para se localizar entre os blocos de contato do membro de contato e as extremidades A203 são configuradas para se localizar fora dos blocos de contato. A seção central A201 é preferencialmente espaçada do membro de contato A105. Desta forma, a haste A111 pode rolar contra o membro de contato pela ação das seções de recesso A202 que rolam contra as superfícies de contato dos blocos de contato. O sistema de dobradiça permite, assim, que o conjunto de diafragma balance livremente para trás e para frente/oscile com restrição mínima.

[001361] Cada seção de recesso A202 da haste A111 tem uma superfície angular que leva à superfície de contato curva de forma convexa A311. Isto provê espaço para a haste do rolo em relação à superfície de contato A105c do membro de contato A105 com resistência mínima. As superfícies angulares podem ser, por exemplo, cerca de 120 graus, mas outros ângulos também são possíveis e a invenção não se destina a ser limitada a tais. No vértice das seções angulares, a seção transversal de cada seção de recesso A202 tem uma superfície curva de forma convexa A311 de um raio relativamente pequeno (tal como entre 0,05 mm e 0,15 mm como mencionado acima) que entra em contato e rola contra o bloco de contato substancialmente plano A105a/A105b ou a plataforma na barra

de contato A205 nas regiões de contato A112.

[001362] Neste exemplo, o sistema de dobradiça compreende um par de articulações de dobradiça espaçadas ao longo do eixo de rotação A114 do conjunto e cada um sendo definido por uma seção de recesso e um bloco de contato/plataforma correspondente A105a/A105b. O par de articulações de dobradiça e, em particular, as regiões de contato A112 de ambas são substancialmente alinhadas, de tal modo que as regiões de contato A112/linhas são colineares para formar um eixo de rotação aproximado comum A114 para o sistema de dobradiça. Apreciar-se-á que em modalidades alternativas pode haver mais de duas articulações de dobradiça ao longo do eixo longitudinal, ou pode haver uma única articulação de dobradiça que se estende ao longo de uma porção substancial do comprimento longitudinal do sistema de dobradiça. Neste exemplo, o par de articulações de dobradiça é configurado para se localizar adjacente a qualquer lado da largura do corpo de diafragma A208 do conjunto de diafragma A201 no estado montado do transdutor.

Estrutura de Fixação

[001363] A Figura A3a mostra uma vista em perspectiva de partes que compreendem o conjunto de dobradiça A301 do sistema de dobradiça desta modalidade. Referindo-se à Figura A3a, nesta modalidade, o conjunto de dobradiça A301 compreende ligamentos A306 e A307 que são operáveis para reter o conjunto de diafragma A101 na posição em direções substancialmente perpendiculares ao plano de contato. Estes são projetados de tal forma que eles não influenciem grandemente a rotação. Eles são muito finos e complacentes para contribuir significativamente para resistir ao deslocamento de translação para a finalidade de minimizar as ressonâncias de rompimento de diafragma e servem principalmente para reter o diafragma aproximadamente na posição.

[001364] Como é possível que no curso de operação normal, ou em outras situações, tais como em um cenário de queda ou colisão, uma

força pode ser aplicada ao elemento de dobradiça em uma direção tangencial à superfície de contato no ponto de contato, uma estrutura de fixação preferencialmente posiciona o elemento de dobradiça em relação ao membro de contato, na localização desejada para a operação, ao ainda permitir um modo de operação de rotação livre.

[001365] Há muitas configurações de estrutura de fixação possíveis. O transdutor da modalidade A tem uma configuração de dobradiça/motor em que seja provável que haja uma força que atua na haste A111 para girá-la em uma posição diagonal em que uma extremidade é atraída em direção à peça polar A103 e a outra extremidade é atraída à peça polar A104. Para tais configurações que incorporam um elemento magnético (sendo a haste de eixo A111) incorporado no conjunto de diafragma, a estrutura de fixação deve ser capaz de aplicar uma grande força de reação, mas ainda provê baixa complacência em termos do modo de vibração de rotação permissível.

[001366] Na modalidade A, isto é atingido por uma estrutura de fixação composta de ligamentos. Tais ligamentos são, preferencialmente, compostos de vários filamentos para facilitar a ter uma maior complacência de dobra resultando em uma redução de frequência de ressonância de diafragma fundamental; alto módulo de tração, por exemplo, superior a 10 GPa ou, mais preferencialmente, superior a 20 GPa, ou, mais preferencialmente, superior a 30 GPa, ou, mais preferencialmente, 50 GPa; baixa tendência a arrastar ao longo do tempo, uma vez que isto pode resultar em uma mudança no posicionamento de diafragma distante de uma localização ideal; uma alta resistência à abrasão para ajudar a impedir o desgaste. Um material adequado para os ligamentos é uma fibra de polímero de cristal líquido, tal como Vectran™.

[001367] Para configurações de dobradiça/motor que não incorporam um elemento magnético incorporado no conjunto de diafragma, por exemplo, modalidade E, outras estruturas de fixação mais simples

podem ser mais rentáveis. Por exemplo, a modalidade E, mostrada nas Figuras E1 (a-k), tem o bloco de base E105 com entalhes de membro de contato E117 e protrusões de elemento de dobradiça E125 que toca e rola dentro do chanfro na localização de contato E114, a protrusão sendo parte da armação de base do diafragma E107. No caso de impacto, tal como pode ocorrer se o transdutor for derrubado, a protrusão E125 que toca uma parede lateral inclinada E117b/E117c/E117c de um entalhe E117 pode impedir o excessivo deslocamento da protrusão.

[001368] No caso em que a protrusão se move na direção da parede lateral inclinada de eixo E117d.

[001369] Preferencialmente, o outro dentre o elemento de dobradiça e a superfície de contato tem, no perfil de seção transversal em um plano colinear ao eixo de rotação e perpendicular ao plano da superfície de contato (ou seja, a seção transversal, como mostrado na Figura E1k), uma ou mais porções elevadas impedindo o primeiro elemento que se move muito longe na direção do eixo de rotação.

[001370] A barra de torção A106, detalhada na Figura A4 da modalidade A, é um tipo diferente de estrutura de fixação, sendo uma mola de metal que contribui para localizar a haste A111 em relação à estrutura de base do transdutor A115.

[001371] Como alternativa à estrutura de fixação de ligamento da modalidade A, duas barras de torção semelhantes à, mas não iguais, barra de torção A106 poderiam ser usadas, uma na posição mostrada na Figura A1 e a outra conectada no lado oposto do diafragma. Elas poderiam ser modificadas porque a barra de torção A106 não foi projetada para prover rigidez em termos de forças de translação perpendiculares ao eixo de rotação. As abas flexíveis A401 podem precisar ser reduzidas ou eliminadas, e, preferencialmente, a seção transversal da barra de torção seria maior. Esta estrutura de fixação de barra de torção dupla poderia ser mais simples e barata para produzir do que a estrutura de fixação de tipo de

ligamento, mas provavelmente restringiria a frequência de ressonância de diafragma fundamental, bem como a excursão de diafragma.

[001372] Para tais estruturas de fixação usando molas de flexão, é preferencial que a mola seja resistente à fadiga. Por exemplo, um metal, tal como aço ou titânio, seria adequado.

[001373] Outros tipos de estruturas de fixação podem ser usados, tais como blocos de elastômero macios e flexíveis, ou centralização magnética, para prover o posicionamento do elemento de dobradiça com relação ao membro de contato.

[001374] Referindo-se às Figuras A3a e A3f-i, para ajudar a localizar a haste de eixo A111 em relação à barra de contato A105, o conjunto de dobradiça A301 compreende, adicionalmente, uma estrutura de fixação. A estrutura de fixação consiste em um par de ligamentos A306 e A307 em cada articulação de dobradiça, adjacente à cada extremidade da haste. Para cada articulação de dobradiça, um primeiro ligamento A306 se envolve em torno de um primeiro pino de ligamento A308 em um lado de uma superfície plana da haste (oposta ao membro de contato) e um segundo ligamento A307 se envolve em torno de um segundo pino de ligamento A310, e um segundo ligamento no lado oposto da superfície plana da haste A111. Cada pino de ligamento A308, A310 é rigidamente anexado tanto à haste A111 quanto ao espaçador A110 do conjunto de diafragma. Isto pode ser por meio de qualquer mecanismo adequado, por exemplo, por meio de um agente adesivo, tal como adesivo epóxi. Cada ligamento A206, A307 compreende um filamento alongado de material que se envolve em torno do pino de ligamento, além e sob a haste de eixo A111 e sobre o lado oposto do membro de contato, e é fixado ao longo de seu comprimento à haste de eixo A111 e ao membro de contato A105 para, assim, fixar os dois componentes juntos.

[001375] Referindo-se à Figura A3f, por exemplo, o ligamento A307 passa em torno do pino A310 e ele se cruza na localização A307-1

que passa em torno do lado da haste A111. O ligamento A307, então, estende-se ao longo de uma superfície plana angular A307-2 em que, preferencialmente, se anexa à haste A111 usando um agente de adesão, por exemplo, adesivo epóxi. Entretanto, toma-se cuidado para impedir que o agente de adesão se aproxime do pequeno raio na localização A307-3. Isto significa que cerca de metade do comprimento da superfície plana A307-2, perto da localização A307-3 é isenta de adesivo. Isto permite que o ligamento A307 seja o mais plano possível à medida que ele passa em torno da superfície curva de forma convexa A311 na localização A307-3, o que facilita uma baixa frequência fundamental (W_n). O ligamento A307, então, passa pelo ar até um canto/borda na localização A307-5 em um lado oposto do bloco de contato A105a para o pino de ligamento A310. Sob a região do raio na localização A307-3, há uma pequena folga A309 em recesso no bloco de contato A105a da barra de contato A105. Este recesso A309 impede que a haste A111 esmague o ligamento A306, A307, uma vez que isto poderia causar o rompimento com o tempo, e também impede que o ligamento restrinja a haste de entrar em contato direto com a barra de contato A105 na região de contato A112. O ligamento A307 passa em torno do canto/borda A307-5 do bloco e, então, dentro de uma fenda A304 formada na barra de contato A105 ao longo do bloco e o corpo principal. O ligamento preferencialmente se anexa à barra de contato ao longo da região A307-6 usando um agente de adesão, por exemplo, adesivo epóxi. O ligamento, então, passa por baixo do corpo principal da barra de contato A105 na localização A307-7 e no canal A305 em um lado oposto do corpo para o bloco de contato A105a onde se anexa novamente à barra de contato usando um agente de adesão, por exemplo, adesivo epóxi. O ligamento A306 segue uma via semelhante àquela do ligamento A307, exceto em uma direção oposta. Ele começa ao dar volta ao longo do pino de ligamento A308, o circuito combina em um ligamento na localização A306-2, e segue uma via por meio das localizações A306-2, A306-3, A306-

4, A306-5, A306-6 e A306-7, como mostrado na Figura A3i. Tanto o pino de ligamento A308 quanto o ligamento A306 estão conectados conforme o pino de ligamento A310 e o ligamento A307. A direção do ligamento A306 na localização A306-4 está em uma direção substancialmente paralela ao ligamento A307 na localização A307-4. Os dois ligamentos podem se sobrepor nesta região.

[001376] Em todos os tempos e todos os ângulos da excursão de diafragma os ligamentos permanecem substancialmente colineares à superfície de contato A105c da barra de contato A105 que está em contato com a haste A111. Ambos destes recursos permitem que a haste A111 seja somente minimamente limitada em relação à ação de diafragma rotacional permitida, facilitando, assim, uma baixa frequência fundamental (W_n).

[001377] Todos os ligamentos são colocados em uma pequena carga de tração, aproximadamente 80g neste caso, antes de o agente adesivo ser aplicado às regiões a serem aderidas, para ajudar a minimizar a folga que, de outra forma, poderia resultar em posicionamento de diafragma impreciso.

Haste de Eixo

[001378] A haste A111 é submetida a um campo magnético in situ e é fixada de forma tal que a haste A111 pode balançar contra o membro de contato e/ou estrutura de base do transdutor A115 na região de contato A112. O campo magnético provê um benefício, sendo que ele exerce a força tensionadora retendo a haste A111 à estrutura de base do transdutor A115.

[001379] Em alguns, mas não todos os casos, esta força magnética pode criar problemas. O campo magnético pode girar a haste de duas maneiras, sendo: 1) criar um equilíbrio instável por meio do qual o diafragma quer mover para um ângulo de excursão extremo ou 2) aplicar uma força de centralização que retém o diafragma em seu ângulo de equilíbrio, elevando, assim, a frequência de diafragma fundamental durante

a operação.

[001380] Dois dos fatores que regem qualquer torque aplicado à haste pelo campo magnético são: 1) o movimento líquido da haste em direção a uma ou outra peça polar, em geral, liberará energia potencial, e, assim, se isto for possível, então, pode haver uma força exercida pelo campo magnético nesta direção, e 2) O campo magnético tentará posicionar a haste em direção a um ângulo que maximiza o fluxo magnético que viaja através da haste de uma peça polar para a outra. Assim, o campo magnético tentará girar a haste a um ângulo em que a parte mais larga da haste no perfil de seção transversal, assumindo que há uma parte mais larga, seja alinhada de modo que ela atravesse a lacuna entre as peças polares.

[001381] O raio de curvatura das superfícies da haste A111, nas regiões de contato A112, e a localização das superfícies curvas em relação à localização líquida, em que o tensionamento na força é aplicado, também pode aplicar um torque à haste A111, devido a considerações geométricas simples. A direção e a intensidade das linhas de campo magnético também influenciam o equilíbrio.

[001382] O objetivo para um transdutor de alto desempenho é atingir um equilíbrio entre todos estes fatores de modo que uma baixa frequência fundamental (W_n) seja atingida.

[001383] No exemplo da modalidade A, os fatores problemáticos acima associados ao campo magnético do transdutor são substancialmente mitigados da seguinte maneira. Em primeiro lugar, a haste A111 é, em grande parte, cilíndrica no formato. Embora a haste A111 tenha dois grandes recessos A202, como mencionado anteriormente, os quais estão localizados na região em que os pontos de contato A112 e em que os ligamentos de centralização A306 e A307 estão localizados (significando que a haste não seja de uma seção transversal anular simples ao todo), ambos os recessos são ainda relativamente pequenos de tal forma que eles

não alteram de forma significativa a massa ou perfil/formato geral da haste A111. Além disso, os recessos são moldados/dimensionados de tal forma que as superfícies de contato curvas estão localizadas em proximidade e/ou substancialmente em alinhamento com o eixo longitudinal central da haste A111. Ao se localizar o eixo de rotação aproximado A114, conforme definido pelas regiões de contato A112 perto do eixo longitudinal central do formato cilíndrico da haste A111, o corpo da haste A111 dificilmente se aproxima da peça polar externa A103, A104 durante a rotação.

[001384] O corpo da haste A111 pode, levemente, executar translação em direção a uma ou outra peça polar, por exemplo, à medida que o conjunto de diafragma gira durante a operação ou se os ligamentos 306 ou 307 forem instalados ou se estenderem de maneira incorreta, e, neste caso, podem resultar em um equilíbrio instável. Para neutralizar isto, a haste A111 compreende superfícies achatadas sobre as extremidades opostas A203 e a seção central A201 da haste configurada diretamente adjacente ao membro de contato A105. Uma superfície achatada adicional é criada contra toda a face, em que a haste A111 toca o corpo de diafragma A208. Isto cria um perfil de seção transversal ligeiramente oblongo. O eixo principal do perfil oblongo, até certo ponto, desejará se alinhar com as linhas do campo magnético que se estendem entre as duas peças polares externas A103 e A104, e isso contraria a instabilidade de prover um torque líquido baixo/neutro.

[001385] Além disso, o raio de curvatura da superfície de contato A311 da haste A111 na região de contato A112 é relativamente pequeno e selecionado para equilibrar os requisitos conflitantes para a rigidez translacional (melhor se o raio for maior), baixa frequência de ressonância de diafragma fundamental e a baixa geração de ruído (melhor quando o raio é menor), conforme explicado mais detalhadamente na seção de princípios e considerações de projeto do relatório descritivo. O raio relativamente pequeno também diminui a translação em direção às peças

polares à medida que o elemento de dobradiça rola contra o membro de contato, o que poderia levar a um equilíbrio instável.

[001386] Ao se ajustar a geometria das partes de contato, e também as estruturas magnéticas da modalidade A conforme descrito, o conjunto de diafragma pode ser posicionado em um estado de equilíbrio ou de equilíbrio instável, por meio do qual as forças magnéticas retendo o conjunto de diafragma em qualquer um destes estados é pequena. Uma vez conseguido isto, outro método mais fácil para controlar a centralização do conjunto de diafragma em sua posição de repouso pode ser usado para superar as forças pequenas e ainda prover uma baixa frequência fundamental.

Mecanismo de Restauração

[001387] Durante a operação, o elemento de dobradiça/haste A111 é configurado para girar contra o membro/barra de contato A105 entre duas posições rotacionais máximas, localizadas, preferencialmente, em ambos os lados de uma posição rotacional central neutra. Nesta modalidade, o sistema de dobradiça ainda compreende um mecanismo de restauração para restaurar a dobradiça e o conjunto de diafragma para uma posição rotacional neutra ou de equilíbrio pretendida, nos termos de seu modo de ressonância fundamental, quando nenhuma força de excitação é aplicada ao diafragma. Ao se usar um mecanismo de restauração, a resposta de frequência de reprodução de graves pode ser adaptada à capacidade de excursão de diafragma do transdutor para otimizar a resposta de graves para fazer o melhor uso da capacidade de excursão.

[001388] O mecanismo de restauração pode compreender qualquer forma de meio resiliente para tensionar o conjunto de diafragma em direção à posição rotacional neutra. Nesta modalidade, uma barra de torção é utilizada como o mecanismo de restauração/centralização. Em outra forma, o mecanismo de restauração compreende um elemento flexível complacente, tal como um material plástico macio (por exemplo,

silicone ou borracha), localizado próximo ao eixo de rotação. Em outra forma, tal como descrito neste documento com relação à modalidade E, parte ou todo dentro o mecanismo de restauração e a força é provido dentro da articulação de dobradiça através da geometria das superfícies de contato e através da localização, direção e intensidade da força tensionadora aplicada pelo mecanismo tensionador. Na mesma forma ou em uma forma alternativa, uma parte significativa do mecanismo de restauração/centralização e da força é provida por uma estrutura magnética.

[001389] Como mencionado, a modalidade A do transdutor mostrado na Figura A1 compreende um mecanismo de restauração e/ou de centralização de diafragma na forma de uma barra de torção A106 (como mostrado na Figura A1a). A barra de torção A106 é conectada entre o conjunto de diafragma A101 e a estrutura de base do transdutor A115 para restaurar o diafragma para uma posição rotacional neutra.

[001390] Um membro resiliente, tal como uma mola, ou, como neste caso, uma barra de torção A106 é um mecanismo fácil, linear e confiável de usar. A barra de torção também serve para finalidades secundárias, para posicionar o conjunto de diafragma A101 na direção translacional paralela ao eixo de rotação A114, de tal forma que as partes móveis do conjunto de diafragma A101 não toquem e se esfreguem contra a estrutura de base do transdutor A115 ou um alojamento do transdutor A601 (como mostrado na Figura A6) que pode se estender por todo o perímetro do conjunto de diafragma A101 in situ e durante a operação. A barra de torção, além disso, apoia os fios levando aos enrolamentos da bobina A109 e os impede ressoar e, assim, afetar negativamente a qualidade da reprodução de áudio.

[001391] A Figura A4 detalha a construção da barra de torção A106 usada na modalidade A. A barra de torção pode ser formada a partir de qualquer material resistente adequado, tal como um material plástico

metálico ou resistente. Neste exemplo, a barra de torção é dobrada para fora da lâmina de titânio de uma espessura relativamente pequena, tal como 0,05 mm, por exemplo. O formato da barra de torção é suficientemente rígido, de tal forma que ele tenha ressonâncias adversas mínimas até nenhuma ressonância dentro da FRO de transdutores, e também é suficientemente flexível na torção que ele provê uma baixa frequência de ressonância de diafragma fundamental (W_n).

[001392] O material usado, preferencialmente, compreende um módulo de Young relativamente baixo (para ajudar a facilitar a baixa frequência fundamental e alta excursão), módulo de Young específico razoavelmente alto (ou seja, baixa densidade, a fim de mitigar ressonâncias internas, apesar do baixo módulo de Young), alta intensidade de campo e/ou, preferencialmente, não sofrem, significativamente, de arraste nem fadiga ao longo de muitos ciclos de operação. Um material não magnético, tal como titânio, também pode ser útil ao impedir ou mitigar complicações devido à atração ao conjunto magnético. Outros materiais também são adequados, por exemplo, aço inoxidável de classificação 402 pode ser suficiente.

[001393] A barra de torção compreende um corpo longitudinal com uma seção/região de flexão longitudinal central A402. Esta região, preferencialmente, tem uma seção transversal consistente (como vista entrecruzada na Figura A4d). Esta seção A402 compreende uma parede substancialmente dobrada ou curva que forma um canal que estende o comprimento da barra. A parede da seção A402 é dobrada em aproximadamente 90 graus. A região A402 é longa (como visto na vista de elevação lateral da Figura A4b) e tem paredes finas no perfil lateral, conseqüentemente, é complacente em torção. A seção A402 também é, preferencialmente, substancialmente rígida/dura contra a dobra em resposta a forças que são normais à seção A402. Isto é conseguido ao se formar a seção A402 para ter dimensões de altura e largura

significativamente maiores e em relação à espessura da lâmina. Esta geometria é importante para mitigar ou impedir ressonâncias durante um período tão longo.

[001394] A barra de torção ainda compreende uma seção com asas alargada e relativamente ampla A401 em qualquer extremidade da região de flexão central A402. A região de flexão central A402 alarga-se nas regiões A404 na ou adjacente a qualquer extremidade da barra de torção para a transição nas seções com asas. O alargamento nesta região A404 é gradualmente afunilado, preferencialmente (mas não exclusivamente), usando um afunilamento curvo como mostrado, e não é escalonado para evitar a criação de criadores de estresse que podem sofrer fadiga ao longo do tempo e executar transição na seção de mola com asas plana mais ampla A401 sem problemas. Apreciar-se-á que o afunilamento pode ser linear em outras configurações e/ou pode ser composto de uma série de desníveis para reduzir o risco de criar criadores de estresse. Cada extremidade A401 da barra de torção A106, então, compreende um par de abas separadas A401 formando uma asa. Para cada seção de asa A401, cada aba se estende de um lado da parede dobrada da seção de flexão central A402 e compreende uma parede dobrada que é dobrada em direção à aba oposta. As paredes opostas das abas são espaçadas e desconectadas nesta modalidade para formar um canal entre estas. Estas asas A401 proveem uma área de superfície suficientemente grande para a efetiva anexação à aba de extremidade lateral A303 (que pode ser vista na Figura A3a) que se estende de uma extremidade do corpo principal da barra de contato A105, e também para um lado curto A205 dos enrolamentos de bobina A109 do conjunto de diafragma.

[001395] In situ, a barra de torção é configurada para se localizar sobre um braço A312 do corpo principal do membro de contato A105 que se estende longitudinalmente a partir de um lado do corpo e com uma aba que se projeta lateralmente A303 na extremidade. Um recesso no braço

A312 se localiza adjacente a aba para reter uma seção de asa A401 da barra de torção nele. Outro recesso entre o braço A312 e a haste de eixo A111 retém a outra asa A401 da barra de torção, e a seção central A402 se localiza no braço A312. Uma asa é rigidamente acoplada à aba A303 e a outra extremidade é rigidamente acoplada ao conjunto de diafragma, tal como um lado A109 do enrolamento de bobina. Qualquer mecanismo de fixação adequado pode ser usado, por exemplo, por meio de um adesivo adequado.

[001396] Com relação à barra de torção A106, as dobras nas paredes de aba de extremidade (que são substancialmente planas e finas) nas localizações de quatro dobras A403 introduzem um grau de flexibilidade de rotação semelhante a uma articulação universal, porque, conforme a região de flexão A402 da barra de torção A106 vira, elas tendem a querer desviar as partes de extremidade da barra de torção. Se esta complacência não for provida, isto tem algum efeito de restringir a região de flexão A402 contra a torção, o que aumentaria a frequência fundamental (W_n) do conjunto. Além disso, a força de inclinação pode atuar para romper o adesivo ou outro mecanismo que prende as extremidades da barra de torção. Preferencialmente uma, ou mais preferencialmente ambas, dentre as seções de asa de extremidade incorpora flexibilidade rotacional em direções perpendiculares ao comprimento da seção mediana. Preferencialmente, a flexibilidade de translação e de rotação é provida por uma ou mais molas planas/paredes de aba de extremidade em uma ou em ambas as extremidades da barra de torção, cujo plano é orientado substancialmente perpendicular ao eixo principal da barra de torção. Preferencialmente, ambas as seções de asa de extremidade são relativamente não complacentes em termos de translações em direções perpendiculares ao eixo principal da barra de torção.

[001397] Preferencialmente, pelo menos uma extremidade das seções provê complacência de translação na direção do eixo principal da

barra de torção. As dobras nas paredes de aba de extremidade nas localizações de quatro dobras A403 também apresentam um pequeno grau de flexibilidade de translação ao longo do eixo longitudinal da barra de torção para ajudar assegurar que a região de contato A112 não deslize ao longo do eixo de rotação A114 devido a qualquer encurtamento da seção de flexão A402 da barra de torção A106, à medida que ela sofre torção durante a operação. Além disso, em um cenário de impacto, tal como uma queda, as dobras nas localizações de quatro dobras A403 também ajudam a assegurar que a barra de torção não seja removida de suas conexões com a estrutura de base do transdutor A105 e o conjunto de diafragma A101.

[001398] O projeto de barra de torção mostrado na Figura A4 é substancialmente isento de ressonância dentro da FRO do transdutor.

[001399] Preferencialmente, o mecanismo para prover uma força de restauração é substancialmente linear no que diz respeito à relação de força versus deslocamento (deslocamento medido em distância deslocada ou em graus de rotação). Se o mecanismo substancialmente obedece a lei de Hooke, isto significa que o sinal de áudio será reproduzido com mais precisão.

[001400] Preferencialmente, fios condutores que se conectam à bobina de motor estão anexados à superfície da seção mediana da barra de torção. Preferencialmente, os fios são anexados perto de um eixo que flui paralelo à barra de torção e sobre o qual a barra de torção gira durante a operação normal do transdutor.

Variações de mecanismo tensionador

[001401] Conforme descrito, com relação à modalidade E, um mecanismo tensionador mecânico provê vantagens com relação aos objetivos de um mecanismo tensionador, preferencialmente, provendo uma força substancial para uma ou mais articulações de dobradiça aplicada com complacência substancial, tensionando um ou mais elementos de dobradiça

para um ou mais membros de contato, ao permitir um movimento de rotação substancialmente livre entre os respectivos pares de elementos de dobradiça e membros de contato.

[001402] Há muitos tipos e configurações de mecanismos tensionadores mecânicos. Em uma forma, o mecanismo tensionador compreende um elemento, parte ou componente resiliente que tensiona ou impulsiona o elemento de dobradiça em direção à superfície de contato. O elemento resiliente poderia ser um membro resiliente pré-tensionado, tal como um membro de mola, localizado em cada extremidade do elemento de dobradiça para tensionar ou impulsionar o diafragma em direção à superfície de contato, conforme descrito na modalidade E, ou um elastômero com um baixo módulo de Young, tal como borracha de silício ou borracha natural, ou polímero de uretano viscoelástico®, configurado para ser usado em qualquer tensão (por exemplo, uma banda de borracha de látex esticada) ou em compressão (por exemplo, um bloco de borracha comprimido). Outros tipos de molas, incluindo molas de agulha, molas de torção, molas de compressão enroladas e molas de tensão enroladas também podem ser eficazes. Estas molas são preferencialmente feitas de um material com estresse de alto rendimento, tal como aço ou titânio.

[001403] Em outra configuração, o mecanismo tensionador compreende uma mola plana de metal (em um estado flexionado) que tem uma extremidade conectada à estrutura de base do transdutor, a outra extremidade é conectada a uma extremidade de um componente intermediário que consiste em um ligamento, e a outra extremidade do ligamento está conectada ao conjunto de diafragma. Para tal configuração, seria preferencial usar um ligamento com vários filamentos de alto módulo de tração (por exemplo, superior a 10 GPa), tal como uma fibra de polímero de cristal líquido, tal como Vectran™, ou uma fibra de polietileno de peso molecular ultra alto, tal como Spectra™.

[001404] Em algumas configurações, o mecanismo tensionador

pode compreender um primeiro elemento magnético que toca ou está rigidamente conectado ao elemento de dobradiça, e também um segundo elemento magnético, em que as forças magnéticas entre o primeiro e o segundo elementos magnéticos tensionam ou impulsionam o elemento de dobradiça em direção à superfície de contato, de modo a manter o contato físico consistente entre o elemento de dobradiça e a superfície de contato em uso. O primeiro elemento magnético pode ser um fluido ferromagnético. O primeiro elemento magnético pode ser um fluido ferromagnético localizado perto de uma extremidade do corpo de diafragma. O segundo elemento magnético pode ser um ímã permanente ou um eletroímã. Alternativamente, o segundo elemento magnético pode ser uma parte de aço ferromagnético que é acoplada ou incorporada na superfície de contato do membro de contato. Preferencialmente, o membro de contato está localizado entre o primeiro e o segundo elementos magnéticos.

[001405] Deveria ser evidente para aqueles versados na técnica que uma grande faixa de outras configurações possíveis de mecanismo tensionador que pode executar uma função equivalente ou semelhante consistente com os princípios resumidos neste documento.

[001406] Como mencionado, o mecanismo tensionador provê um grau de complacência ao aplicar uma força tensionadora entre o elemento de dobradiça e o membro de contato. A estrutura que conecta o elemento de dobradiça ao conjunto de diafragma, por outro lado, deve, preferencialmente, ser rígido e não complacente. Por esta razão, é preferencial que o mecanismo tensionador seja uma estrutura que está separada ou pelo menos opere separadamente da estrutura ou mecanismo que conecta o elemento de dobradiça ao conjunto de diafragma. Deve-se notar que é possível para o mecanismo tensionador operar separadamente da estrutura ou do mecanismo que conecta o elemento de dobradiça ao conjunto de diafragma, e ainda ser integral com a estrutura ou mecanismo que conecta o elemento de dobradiça ao conjunto de diafragma. Isto é

adicionalmente explicado em relação ao sistema de dobradiça da modalidade S do transdutor de áudio, por exemplo.

[001407] O mecanismo tensionador do sistema de dobradiça descrito acima em relação à modalidade A do transdutor de áudio pode, portanto, ser substituído por qualquer uma destas variações sem se afastar do escopo da invenção.

Conjunto de Diafragma

[001408] Embora o sistema de dobradiça descrito acima possa ser utilizado com qualquer forma de conjunto de diafragma, é preferencial que um conjunto de diafragma que incorpora qualquer uma das estruturas de diafragma definidas nas configurações R1-R11 na seção 2 deste relatório descritivo seja usado. O conjunto de diafragma A101 compreende um diafragma substancialmente grosso e rígido empregando uma abordagem rígida para controle de ressonância (como definido para a configuração R1-R4 das estruturas de diafragma da seção 2.2 ou as estruturas de diafragma das configurações R5-R9 do transdutor de áudio das seções 2.3 e 2.4, por exemplo). Dado que sistemas de dobradiça de acordo com a presente invenção tem a vantagem de minimizar a complacência de translação entre as superfícies de contato que leva ao rompimento de diafragma, combinar tais mecanismos de dobradiça com uma construção de diafragma rígida, frequentemente, irá compor o benefício.

[001409] O sistema de dobradiça descrito acima é, portanto, preferencialmente incorporado em um transdutor de áudio com uma estrutura do diafragma rígida, conforme descrito em relação à configuração R1 da estrutura do diafragma da presente invenção, por exemplo. Recursos e aspectos da configuração R1 da estrutura de diafragma deste exemplo de transdutor de áudio são descritos em detalhes na seção 2.2 deste relatório descritivo, o qual é por este meio incorporado como referência. Apenas uma breve descrição desta estrutura de diafragma será fornecida abaixo por uma questão de concisão.

[001410] Referindo-se às Figuras A1 e A2, o transdutor de áudio incorporando o sistema de desacoplamento descrito acima ainda compreende uma estrutura de diafragma A101 da configuração R1 compreendendo uma construção de diafragma de sanduíche. Esta estrutura de diafragma A101 consiste em um corpo de diafragma/núcleo substancialmente leve A208 e um reforço de estresse normal externo A206/A207 acoplado ao corpo do diafragma adjacente a pelo menos uma das faces principais A214/A215 do corpo do diafragma para resistir a estresses de compressão-tensão sofridos na ou adjacentes à face do corpo durante a operação. O reforço de estresse normal A206/A207 pode ser acoplado externo ao corpo e sobre pelo menos uma face principal A214/A215 (como no exemplo ilustrado), ou, alternativamente, dentro do corpo, diretamente adjacente e substancialmente proximal a pelo menos uma face principal A214/A215 de modo a suficientemente resistir a estresses de compressão-tensão durante a operação. O reforço de estresse normal compreende um membro de reforço A206/A207 em cada uma das faces frontal e posterior principais opostas A214/A215 do corpo do diafragma A208 para resistir a estresses de compressão-tensão sofridos pelo corpo durante a operação.

[001411] A estrutura de diafragma A101 ainda compreende pelo menos um membro de reforço interno A209 incorporado dentro do núcleo e orientado em um ângulo em relação a pelo menos uma dentre as faces principais A214/A215 para resistir e/ou substancialmente mitigar a deformação por cisalhamento sofrida pelo corpo durante a operação. O(s) membro(s) de reforço interno(s) A209 é/são preferencialmente anexado(s) a um ou mais dos membros de reforço de estresse normal externos A206/A207 (preferencialmente em ambos os lados – ou seja, em cada face principal). O(s) membro(s) de reforço interno(s) atua(m) para resistir e/ou mitigar a deformação por cisalhamento sofrida pelo corpo durante a operação. Preferencialmente, há uma pluralidade de membros de reforço

internos A209 distribuídos dentro do núcleo do corpo do diafragma.

[001412] O núcleo A208 é formado de um material que compreende uma estrutura interconectada que varia em três dimensões. O material de núcleo é, preferencialmente, uma espuma ou um material estruturado em treliça tridimensional ordenado. O material do núcleo pode compreender um material composto. Preferencialmente, o material do núcleo é espuma de poliestireno expandida.

[001413] Preferencialmente, a espessura do corpo do diafragma é superior a 15% de seu comprimento, ou, mais preferencialmente, 20% de seu comprimento, a fim de que a geometria seja suficientemente robusta para manter o comportamento substancialmente rígido sobre uma ampla largura de faixa. De forma alternativa ou além disso, o corpo do diafragma compreende uma espessura máxima que é superior a 11%, ou, mais preferencialmente, superior a 14% de uma dimensão maior (tal como o comprimento diagonal ao longo do corpo).

[001414] Em algumas modalidades, o reforço de estresse interno da estrutura de diafragma deste transdutor exemplar pode ser eliminado. Entretanto, é preferencial que haja reforço de estresse interno. Nesta configuração preferencial, o reforço interno aborda a deformação por cisalhamento do diafragma, e o sistema de dobradiça provê um alto grau de apoio contra deslocamentos de translação que poderiam, de outra forma, resultar em modos de ressonância de rompimento de todo o diafragma. O sistema de dobradiça, além disso, provê alta excursão do diafragma e uma baixa frequência de ressonância de diafragma fundamental.

[001415] Referindo-se às Figuras A2, uma extremidade do diafragma A101, a extremidade mais grossa, tem um componente de geração de força anexado nela. A estrutura de diafragma A101 acoplada ao componente de geração de força forma um conjunto de diafragma. Nesta modalidade, um enrolamento de bobina A109 é enrolado em um formato aproximadamente retangular que consiste em dois lados longos A204 e

dois lados curtos A205. O enrolamento de bobina é feito de fio de cobre revestido com esmalte, retido em conjunto com resina epóxi. Este é enrolado em torno de um espaçador A110 feito de fibra de carbono reforçada com plástico, com um módulo de Young de aproximadamente 200 GPa, embora um material alternativo, tal como papel impregnado com epóxi, seria suficiente. O espaçador é de um perfil complementar para a extremidade mais grossa da estrutura de diafragma A101 para, assim, estender-se sobre ou adjacente a uma borda periférica da extremidade grossa da estrutura de diafragma, em um estado montado do conjunto de transdutor de áudio/diafragma. O espaçador A110 é anexado/fixamente acoplado à haste de eixo A111. A combinação destes três componentes localizados na base/extremidade grossa do corpo do diafragma A208 forma uma estrutura de base do diafragma rígida do conjunto de diafragma com uma geometria substancialmente compacta e robusta, criando uma plataforma sólida e resistente à ressonância à qual a parte de cunha mais leve do conjunto de diafragma é rigidamente anexada.

3.2.3 Modalidade S & T

[001416] Duas modalidades adicionais de transdutores de áudio de ação rotacional da invenção, com um sistema de dobradiça para acoplar de forma articulada uma estrutura de diafragma a uma estrutura de base e projetadas em conformidade com os princípios da invenção, serão agora ser descritas. Em particular, o mecanismo tensionador associado a estes sistemas de articulação serão descritos em detalhes. Outros componentes não serão descritos em detalhes por uma questão de concisão. Entretanto, apreciar-se-á que os componentes restantes do transdutor, incluindo a estrutura de base, o conjunto de diafragma e o mecanismo de excitação, podem ser de qualquer uma dentre as construções de transdutor de áudio descritas anteriormente, ou ainda uma construção diferente, como seria evidente para aqueles versados na técnica. Em outras palavras, os sistemas de dobradiça descritos para a modalidade S ou T dos transdutores

de áudio podem ser incorporados em qualquer um dentre os transdutores de áudio descritos com relação às modalidades A, B, D, E, K, S, T, W, X e Y.

[001417] As seguintes modalidades exemplificam mecanismos tensionadores projetados de acordo com os princípios destacados acima. Em particular, o mecanismo tensionador ou o mecanismo das seguintes modalidades é construído de tal forma que ele force o elemento de dobradiça do sistema de dobradiça contra o membro de contato para manter o contato físico consistente durante a operação, de forma a minimizar o deslocamento de translação nos planos das superfícies de contato na região de contato (tal como deslizamento, mas não rolagem, das superfícies de contato com relação entre si). Além disso, o mecanismo tensionador ou mecanismo compreende um grau de complacência em uma direção lateral com relação às superfícies de contato para permitir uma relativa redução na força de contato de atrito entre as superfícies durante a operação, quando necessário.

3.2.3a Fundamentos

[001418] As articulações de dobradiça baseadas em elementos de rolagem ou articulados oferecem potencial para alta excursão do diafragma e razoavelmente baixa complacência em alto-falantes de ação rotacional, como mencionado acima.

[001419] Dobradiças de anel de rolamento com esfera padrão são um mecanismo relativamente padrão usado na maioria dos transdutores de áudio de ação rotacional do estado da técnica. Este projeto de dobradiça é suscetível à alta resistência rotacional e/ou vibração das esferas. Estes problemas podem ser agravados pelo desgaste, pela corrosão e pela introdução de material estranho, tal como pó. Tolerâncias de fabricação devem ser altas, o que resulta em aumento de custo.

[001420] Se uma lacuna se abre entre as superfícies de contato (uma vez), seja pelo desgaste das partes, imprecisão das partes durante a

fabricação ou variações de temperatura, então, isso pode permitir que as partes vibrem e/ou que frequências de rompimento apareçam devido à restrição não sendo capaz de ser providas ao diafragma. O mecanismo também pode ser propenso a se tornar um pouco emperrado em situações como quando 1) o rolamento é exposto ao pó (o que pode ser criado como desgaste de partes durante a operação), 2) as partes têm imprecisões de fabricação ou 3) quando as variações de temperatura causam alterações dimensionais. Todos estes problemas podem gerar ruídos indesejáveis e criar uma resposta não linear resultante em pobre qualidade de som.

[001421] Quando usado com um diafragma de tamanho muito pequeno, por exemplo, um alto-falante de headphone de áudio pessoal ou de alto-falante de fone auricular, estes tipos de problemas tornam-se ainda mais problemáticos em função de a necessidade destes tipos de aplicações para uma baixa frequência fundamental (W_n) e os desafios adicionais para atingir isto com um diafragma que é pequeno e de pequena massa, bem como as tolerâncias de fabricação correspondentemente menores necessárias.

[001422] Alguns rolamentos de elemento de rolagem existentes (por exemplo, rolamentos de esfera) incluem elementos de mola na construção que aplicam pré-carga de forma complacente. Muitos tipos de rolamento de pré-carga padrão não são bem adequados para aplicações de transdutor de áudio, embora ainda possam ser utilizados.

[001423] Referindo-se às Figuras V1a-e, um rolamento de esfera do estado da técnica padrão V101, incorporando uma pré-carga aplicada de forma complacente, é mostrado. O rolamento V101 compreende um escudo externo V102 e tem alojado nele um par de elementos de rolamento V106a e V106b, cada um com uma série de esferas V112, acomodados e passíveis de girar entre um anel externo anular V109 e um anel interno anular V110. Uma haste central V103 se estende através de anéis internos anulares V110 dos rolamentos. O mecanismo pode formar uma dobradiça

entre dois componentes ao se acoplar um componente à haste e o outro componente ao escudo/cobertura V102. A pré-carga é aplicada ao mecanismo por meio de arruelas elásticas V108b e V108a localizadas entre o escudo/cobertura V102 e o anel externo V109a de um dos rolamentos. As arruelas elásticas fazem com que o anel externo V109a deslize para o lado direito em relação à cobertura externa V102 que, em função do perfil do anel externo V109a ser curvo, empurra os elementos de rolagem de contato em direção ao centro do eixo do rolamento, assim, carregando de forma complacente o anel de rolamento do lado direito V106a. Há também um lado de força de reação que faz com que o anel externo do lado esquerdo V109b seja empurrado para a esquerda, o que, de forma equivalente, carrega de forma complacente o elemento de rolamento do lado esquerdo V106b. Observe que isto acontece apesar do fato de que o anel externo do lado esquerdo V106b não é adjacente a uma mola.

[001424] Se um diafragma e um componente de transdução de força devessem ser montados em rolamentos V101 para formar um conjunto de diafragma de ação rotacional, isto proveria benefícios sobre transdutores de áudio do estado da técnica, em se tratando de que a carga complacente de elementos de rolagem resultaria em uma resistência à rolagem reduzida e mais consistente, tudo o resto sendo igual, o que poderia potencialmente facilitar graves mais intensos com menos distorção, por exemplo, auto-geração de ruído pode ser reduzida. Uma modalidade de transdutor de áudio da invenção pode incluir tal rolamento V101 para acoplamento de forma articulada o conjunto de diafragma à estrutura de base, por exemplo.

[001425] Entretanto, o conjunto de elementos de rolagem do lado direito V112a dentro do rolamento V101 não é ideal para o desempenho de alta frequência em um alto-falante, à medida que não há nenhum contato rígido entre o anel externo V109a e a cobertura externa V102 contra a qual ele pode deslizar. Em vez disso, há uma pequena lacuna de ar V113 onde

há mínimo contato entre V109a e V102 (para permitir que o anel V109a deslize em relação à cobertura V102). Isto significa que há uma descontinuidade na via pela qual as cargas são transmitidas da haste V103 para a cobertura externa V102, e esta descontinuidade apresenta complacência de translação indesejada no conjunto de dobradiça (não o mecanismo tensionador) que está efetivamente entre a estrutura ou conjunto do diafragma e o elemento de dobradiça do conjunto de dobradiça, em direções perpendiculares ao eixo de rotação. Esta complacência indesejada no conjunto de dobradiça pode resultar no rompimento do diafragma ou outras formas de ressonância durante a operação. Bem como a complacência de introdução, este contato deslizante também apresenta a possibilidade de vibrar. Por outro lado, os sistemas de dobradiça da presente invenção, tal como aquele descrito em relação à modalidade A, por exemplo, têm complacência de relativamente muito baixa a zero entre o conjunto de diafragma e o elemento de dobradiça.

[001426] Outra solução que resolve o problema de descontinuidade seria usar dois ou mais dos rolamentos V101, por exemplo, um poderia ser localizado em cada extremidade de um lado de um diafragma de ação de dobradiça. Uma vez que o lado esquerdo do elemento de resistência V106b é capaz de passar cargas de translação de maneira não complacente, se dois de tais elementos de rolamento forem empregados, então, ambos os lados do diafragma serão restritos de forma não complacente, assim, reduzindo a possibilidade para ressonância indesejável. Para maior clareza no que diz respeito à complacência e não complacência, o objetivo geral é prover um conjunto de dobradiça que é complacente em termos de rotações sobre um eixo de não complacente em termos de translações e outros eixos rotacionais, e isto é atingido por meio de um sistema de dobradiça que compreende uma combinação de um mecanismo tensionador complacente e de contatos de rolagem não

complacentes. Entretanto, a vantagem de uma resistência à rolagem reduzida e consistente é retida, portanto, desempenho de baixa frequência é melhorado em comparação a alto-falantes do estado da técnica comparável.

[001427] As Figuras S1-3 e T1-4 ilustram duas soluções mais simples e mais eficazes que são menos propensas a vibrar e que removem a necessidade de uma superfície deslizante e/ou um líquido. Estas modalidades mostram sistemas de dobradiça alternativos que foram desenvolvidos em conformidade com os princípios do projeto destacado na seção 3.2.1 deste relatório descritivo.

3.2.3b Modalidade S

[001428] Referindo-se à Figura S1, uma forma alternativa de um transdutor de áudio de ação rotacional é mostrada com um conjunto de diafragma S102 (mostrado nas Figuras S2a-e) que é articuladamente acoplado a uma estrutura de base do transdutor S101 (mostrado nas Figuras S3a-e) por meio de um sistema de dobradiça. O conjunto de diafragma S102 compreende uma estrutura de diafragma que é semelhante a uma configuração R1-R4 da estrutura, conforme definido abaixo na seção 2.2 deste relatório descritivo. Além disso, a estrutura de base do transdutor S101 compreende uma geometria relativamente grossa e compacta, conforme a modalidade A do transdutor de áudio, com um ímã permanente S119 e peças polares externas S103, que definem um campo magnético do mecanismo de excitação. Quando implementado em um dispositivo de áudio, a estrutura de diafragma pode ter uma periferia externa que é pelo menos parcial, substancial ou aproximadamente completamente isenta de conexão física com uma estrutura circundante do dispositivo, conforme definido por qualquer uma dentre as configurações R5-R7 dos transdutores de áudio da seção 2.3. O transdutor de áudio pode compreender um sistema de montagem de desacoplamento, conforme descrito para a modalidade A do transdutor de áudio na seção 4.2.1 deste relatório

descritivo. Caso contrário, qualquer outro sistema de montagem de desacoplamento, projetado de acordo com os princípios destacados na seção 4.3, pode ser empregado.

[001429] O sistema de dobradiça desta modalidade é baseado em uma construção de rolamento de elemento de rolagem padrão (por exemplo, rolamento de esfera), exceto que metade do número original de esferas (normalmente oito ou mais) são retiradas, de modo que haja apenas quatro ou menos esferas em cada elemento de sub-rolamento/rolamento. Preferencialmente, uma caixa feita de um material plástico S118 mantém separação de esfera circunferencial à medida que pequena massa de plásticos e amortecimento inerente significam que ele é menos suscetível a vibrar, entretanto, outros projetos de caixa também irão funcionar.

[001430] Preferencialmente, o anel externo S116 de cada elemento de resistência é mais fino, no perfil, do que é normal em um elemento de rolamento deste raio. O anel externo S116 é, preferencialmente, pressionado e também aderido em um tubo de alumínio de parede preferencialmente fina S112. O tubo S112 pode, alternativamente, ser feito de qualquer de material relativamente rígido, por exemplo, plástico reforçado com fibra de carbono também seria adequado. Elementos de rolagem de ajuste de interferência S117 são usados, e o anel externo S116 e o tubo S112 deformam de forma complacente para acomodá-los sem a interferência e outros problemas associados com os rolamentos de elemento de rolagem padrão.

[001431] O fato de que há menos elementos de rolagem S117 em cada elemento de rolamento significa que a abrangência ou a distância entre os elementos de rolagem S117 do anel externo e do tubo, quando vistos do lado, tal como podem ser vistos na Fig. S1g, são aumentadas em comparação ao caso de rolamentos de elemento de rolagem típicos, e isto, em conjunto com o anel externo fino S116 e o tubo S112, significa que a

complacência lateral localizada, nas imediações de cada um dos elementos de rolamento S117 (que, neste caso, para parte do mecanismo tensionador do sistema de dobradiça), é maior do que é típica em um rolamento de elemento de rolagem típico.

[001432] Note que, embora possa haver complacência lateral inerente no anel externo S116 e em seu tubo de apoio S112 localizado nas imediações de cada esfera, a complacência de translação geral (diferente da complacência lateral) do sistema de dobradiça é baixa no que diz respeito à transmissão de cargas radiais entre a estrutura de base do transdutor S101 e o conjunto de diafragma S102. Isto ocorre porque a complacência geral do sistema de dobradiça depende da complacência/deflexão geral do tubo em relação à estrutura de base do transdutor, em vez de depender da complacência na complacência/deflexão localizada nas imediações de uma esfera em particular.

[001433] Isto significa que, novamente, a vantagem da resistência à rolagem reduzida e consistente é mantida devido à complacência de translação lateral na região de contato localizada entre cada esfera e o anel externo, mas também, complacência de translação geral em termos de translação de todo o diafragma S102 em relação à estrutura de base S103 é relativamente baixa, em função de deformação lateral localizada do anel externo em resposta à pressão de uma esfera em particular não resultar em uma complacência proporcional que facilita a translação de todo o diafragma. Esta baixa complacência de translação geral no mecanismo de dobradiça facilita a extensão de alta frequência com suscetibilidade reduzida para ressonância indesejável/rompimento de diafragma.

[001434] Neste caso, a propriedade de atrito de rotação reduzida e/ou mais consistente na dobradiça facilita o uso de rolamentos de raio maior do que seria, de outra forma, possível, todo o resto sendo igual. Isto, por sua vez, facilita o apoio de uma haste oca de grande diâmetro S112, a qual pode alojar uma haste de aço fixa S104/S113 que dobra como uma

peça polar interna e que é grossa o suficiente para permanecer isenta de ressonância ao longo de uma ampla largura de banda. Variações neste projeto são possíveis, por exemplo, se rolamentos de elemento de rolagem de diâmetro menor forem usados, isto reduzirá o atrito de rotação, assim, melhorando o desempenho de baixa frequência.

[001435] Este projeto também remove a possibilidade de excesso de restrição dos elementos de rolagem S117, por meio dos quais alguns são carregados enquanto outros não o são e, portanto, podem estar livres para vibrar.

[001436] Nesta modalidade, o mecanismo tensionador, incluindo o anel externo S116 e o tubo de apoio S112, opera separadamente da estrutura ou do mecanismo, que, neste caso, é, coletivamente, todas as 4 esferas S117, o anel externo S116 e o tubo S112, que apoia o conjunto de diafragma contra translações com relação à estrutura de base do transdutor, mas é uma parte integral da mesma estrutura. Deve-se notar que é possível para o mecanismo tensionador operar separadamente da estrutura ou do mecanismo que conecta o elemento de dobradiça ao conjunto de diafragma, e ainda ser integral com a estrutura ou mecanismo que conecta o elemento de dobradiça ao conjunto de diafragma.

3.2.3c Modalidade T

[001437] Referindo-se às Figuras T1a-h, uma modalidade adicional de um transdutor de áudio de ação rotacional T1 da invenção é mostrado compreendendo um conjunto de diafragma T102 (mostrado nas Figuras T2a-e) que é acoplado de forma rotacional a uma estrutura de base do transdutor T101 (mostrada nas Figuras T3a-e) por meio de um sistema de dobradiça incorporando um mecanismo tensionador complacente. O conjunto de diafragma T102 compreende uma estrutura de diafragma que é semelhante a uma configuração R1-R4 da estrutura, conforme definido abaixo na seção 2.2 deste relatório descritivo. Além disso, a estrutura de base do transdutor T101 compreende uma geometria relativamente grossa

e compacta, conforme a modalidade A do transdutor de áudio, com um ímã permanente T119 e peças polares externas T103, que definem um campo magnético do mecanismo de excitação. Quando implementado em um dispositivo de áudio, a estrutura de diafragma pode ter uma periferia externa que é pelo menos parcial, substancial ou aproximadamente completamente isenta de conexão física com uma estrutura circundante do dispositivo, conforme definido por qualquer uma dentre as configurações R5-R7 dos transdutores de áudio da seção 2.3. O transdutor de áudio pode compreender um sistema de montagem de desacoplamento, conforme descrito para a modalidade A do transdutor de áudio na seção 4.2.1 deste relatório descritivo. Caso contrário, qualquer outro sistema de montagem de desacoplamento, projetado de acordo com os princípios destacados na seção 4.3, pode ser empregado.

[001438] O sistema de dobradiças é uma adaptação do rolamento na Fig. V1a-e, em que a complacência é apresentada de forma que evite o contato deslizante problemático entre o anel externo V109a e a carcaça V102. Em vez disso, a pré-carga de rolamento é aplicada por meio da complacência introduzida dentro do conjunto de diafragma T102, e esta complacência é apresentada de forma tal que esta não resulte em ressonância de rompimento de diafragma indevida. Neste caso, o diafragma é apoiado por dois conjuntos de rolamento de elemento de rolagem T110a e T110b. A complacência é inerente a um número de molas planas T123 que compõe um componente de bucha de feixe de molas T122 localizado adjacente ao conjunto de rolamento de elemento de rolagem T110b. As molas T123 são orientadas em um plano perpendicular ao eixo de rotação T127, a fim de que elas possam transmitir força de forma complacente na direção axial ao transmitir força de forma não complacente ao longo de seu comprimento, ou seja, na direção radial.

[001439] Como com as modalidades V e S, a complacência introduzida, neste caso por meio molas planas T123, resulta em resistência

à rolagem reduzida e mais consistente. Neste caso, elementos de rolagem T117 são localizados em um raio menor em relação ao raio da bobina T111, em comparação àquele da modalidade S, e isto resulta em resistência à rolagem reduzida adicional e extensão de baixa frequência melhorada, bem como em geração de ruído reduzida adicional em baixas frequências para configurações de raio de bobina equivalentes.

[001440] Todo o diafragma é rigidamente restrito contra deslocamentos axiais por meio de outro conjunto de rolamento de elemento de rolagem T110a, que não tem molas planas adjacentes. Cargas axiais são transmitidas ao diafragma por meio do componente T124 que, quando rigidamente aderido ao tubo de base do diafragma T112, forma um perfil triangulado para esta finalidade, como pode ser visto na Fig. T1e.

3.2.5 Modalidade K

[001441] Referindo-se às Figuras K1g-K1j, um sistema de dobradiça de contato adicional da invenção é mostrado em associação com a modalidade K do transdutor de áudio. Outros recursos da modalidade K do transdutor de áudio são descritos detalhadamente na seção 5.2.2 deste relatório descritivo. O exposto abaixo é apenas uma descrição do sistema de dobradiça associado a esta modalidade.

[001442] O sistema de dobradiça é um sistema de dobradiça de contato construído em conformidade com os princípios de projeto e considerações descritas na seção 3.2.1 deste relatório descritivo. O sistema de dobradiça compreende um conjunto de dobradiça com um par de articulações de dobradiça de cada lado do conjunto. Cada articulação de dobradiça compreende um membro de contato que provê uma superfície de contato e um elemento de dobradiça configurado para encostar e rolar contra a superfície de contato. Cada articulação de dobradiça é configurada para permitir que o elemento de dobradiça se mova em relação ao membro de contato, ao manter um contato físico consistente com a superfície de contato, e o elemento de dobradiça é tensionado em direção à superfície de

contato.

[001443] Um elemento de dobradiça, na forma de uma haste de dobradiça K108, é rigidamente acoplado em um lado por meio de um conector K117 à armação de base do diafragma K107. Em um lado oposto, a haste de dobradiça K108 é acoplada de forma passível de rolar ou articuladamente a membros de contato K138. Como mostrado na Figura K1i, nesta modalidade, cada membro de contato compreende uma superfície de contato curva de forma côncava K137 para possibilitar que o lado livre da haste K108 role contra esta. A superfície côncava K137 compreende um raio de curvatura maior do que a haste K108. Cada membro de contato K138 é um bloco de base do componente de base K105 do conjunto de estrutura de base do transdutor K118 que se estende lateralmente a partir do conjunto de estrutura de base em direção ao conjunto de diafragma. Um par de blocos de base K138 se estende a partir de ambos os lados do componente de base K105 para acoplar de forma passível de rolar ou articuladamente com ambas as extremidades da haste K108, assim, formando duas articulações de dobradiça separadas. Os blocos de base podem se estender para um recesso correspondente formado na extremidade de base da estrutura de diafragma. As articulações de dobradiça de contato são, preferencialmente, intimamente associadas à estrutura de diafragma e à estrutura de base do transdutor.

[001444] Referindo-se às Figuras K1l-K1m, a haste de dobradiça K108 é retida de forma resiliente e/ou complacente no local contra as superfícies de contato K137 dos blocos de base K138 por um mecanismo tensionador do sistema de dobradiça. O mecanismo tensionador inclui um membro substancialmente resiliente K110 na forma de uma mola de compressão e um pino de contato K109. A mola K110 é rigidamente acoplada à estrutura de base K105 em uma extremidade e engata o pino de contato K109 na extremidade oposta em uma localização de contato K116. A mola de contato resiliente K110 é tensionada em direção ao pino

de contato K109 e é retida pelo menos um pouco de compressão in situ. In situ, o pino de contato K109 é rigidamente acoplado à armação de base do diafragma K107 por meio de um conector K117 e se estende entre os membros de contato K138 fixamente contra uma superfície curva de forma côncava correspondente do conector K117. O pino de contato K109 e a mola de tensionamento correspondente K110 são, preferencialmente, localizados centralmente entre as articulações de dobradiça. Este arranjo empurra de forma complacente a estrutura de base do diafragma, incluindo a armação de base K107, o conector K117 e a haste de dobradiça K108 contra os blocos de base de contato K138 das articulações de dobradiça. Desta forma, a haste K108 toca as superfícies curvas K137 de blocos de base K138 em duas localizações de contatos. O grau de complacência e/ou resiliência é conforme descrito na seção 3.2.2 deste relatório descritivo.

[001445] A geometria do sistema de dobradiça é projetada com o eixo aproximadamente rotacional K119 (mostrado na Figura K1b) do transdutor coincidindo com as duas localizações de contato K137 entre o conjunto de diafragma K101 e a estrutura de base do transdutor K118, e, preferencialmente, também na localização de contato entre o pino de contato K109 e a mola de contato K110. Esta configuração ajuda a minimizar a força de restauração gerada por esses componentes, e assim, ajuda a reduzir a ressonância fundamental W_n do transdutor.

[001446] Em algumas formas, um dentre o elemento de dobradiça ou o membro de contato compreende uma superfície de contato com uma ou mais porções ou projeções elevadas configuradas para impedir que o outro dentre o elemento de dobradiça ou o membro de contato se mova além da porção ou projeção elevada quando uma força externa é exibida ou aplicada ao transdutor de áudio.

[001447] Dependendo da aplicação, também pode ser útil prover batentes que impedem impactos a componentes potencialmente frágeis, tais como a bobina de motor. Estes podem ser independentes de batentes

que atuam sobre as superfícies de contato.

[001448] Nesta modalidade, o elemento de dobradiça K108 compreende, pelo menos em parte, um perfil de seção transversal convexo quando visto em um plano perpendicular ao eixo de rotação, tal como na Figura K1i, e um membro de contato K138, sendo a protrusão de bloco de base do componente de base K105K, compreendendo uma superfície de contato K137 que é substancialmente côncava. Esta configuração contribui para a recentralização do mecanismo de dobradiça em situações em que o elemento de dobradiça é forçado a se mover para longe da região neutra central K137a da superfície de contato. As regiões de borda elevadas de forma côncava K137b ou K137c da superfície de contato, que se localizam em ambos os lados da região central, farão com que o elemento de dobradiça associado K108 recentralize novamente para a região central K137a no caso em que o elemento é forçado para se mover além de sua posição pretendida. Este recurso é vantajoso no caso de um impacto menor, tal como quando se bate ou se derruba um transdutor e os pontos de contato K114 deslizam, à medida que a geometria descrita impediria o excesso de deslizamento que pode, potencialmente, fazer com que o contato resulte em distorção de vibração audível durante a operação do dispositivo. Tal configuração pode ser aplicada a qualquer uma das outras modalidades de dobradiça de contato descritas neste documento, tal como a modalidade A, E, S ou T.

[001449] Refinamentos adicionais para esta estrutura são preferenciais, por meio dos quais, durante a operação normal, não há localizações onde a superfície convexa do elemento de dobradiça K108, podem entrar em contato a superfície côncava K137 em um local em que o raio convexo é maior do que o raio côncavo, quando visto no perfil de seção transversal em um plano perpendicular ao eixo de rotação. Esta configuração substancialmente impede um impacto entre as superfícies que poderiam, de forma concebível, repetir sem causar centralização, assim,

gerando uma distorção de vibração contínua. Em vez disso, como na Modalidade K, a qual tem uma superfície de contato K137 com um raio maior do que o raio convexo do elemento de dobradiça K108, a centralização só pode ser causada por um gradiente nas superfícies de contato, o que significa que qualquer distorção criada ao se deslizar no gradiente é necessariamente associada a uma correção na localização de centralização, assim, reduzindo a chance de qualquer distorção contínua. Tal configuração pode ser aplicada a qualquer uma das outras modalidades de dobradiça de contato descritas neste documento, tal como a modalidade A, E, S ou T.

3.2.5 Modalidade E

Visão geral

[001450] Referindo-se às Figuras E1-E4, uma modalidade de transdutor de áudio adicional da invenção, neste documento referida como a modalidade E, é mostrada compreendendo um conjunto de diafragma E101 que é acoplado de forma rotacional a uma estrutura de base do transdutor E118 por meio de um sistema de dobradiça de contato projetado em conformidade com os princípios estabelecidos na seção 3.2.1 deste relatório descritivo. A título de resumo, o conjunto de diafragma E101 compreende uma estrutura de diafragma que é semelhante a uma configuração R1-R4 da estrutura, conforme definido abaixo na seção 2.2 deste relatório descritivo. Além disso, a estrutura de base do transdutor E102 compreende uma geometria relativamente grossa e compacta, conforme a modalidade A do transdutor de áudio, com um ímã permanente E102, peças polares externas E103 e peças polares internas E113, que definem um campo magnético do mecanismo de excitação. Um ou mais enrolamentos de bobina E130/131 rigidamente acoplados à estrutura de diafragma se estendem dentro do campo magnético para mover o conjunto de diafragma durante a operação. Como mostrado na Figura E2, a estrutura de diafragma tem uma periferia externa que é pelo menos parcial,

substancial ou aproximadamente completamente isenta de conexão física com uma estrutura circundante E201-E204 do transdutor, conforme definido por qualquer uma dentre as configurações R5-R7 dos transdutores de áudio da seção 2.3. O transdutor de áudio pode compreender um sistema de montagem de desacoplamento, conforme descrito na seção 4.2.2 deste relatório descritivo. Caso contrário, qualquer outro sistema de montagem de desacoplamento, projetado de acordo com os princípios destacados na seção 4.3, pode ser empregado.

Estrutura de Base do Diafragma

[001451] A Figura E1h mostra uma seção transversal do transdutor de áudio, e a seção transversal dos lados longos de enrolamento de bobina E130 e E131 sendo curva em um raio centralizado no eixo de rotação E119, e suspenso, de tal modo que à medida que o diafragma gira, um ângulo de deslocamento está disponível antes dos lados longos de enrolamento de bobina começarem a sair da região das lacunas de fluxo magnético entre as peças polares externas E103 e E104 e as peças polares internas E113. Desta forma, um alto grau de linearidade do torque de acionamento é atingido.

[001452] A Figura E3a mostra a armação de base do diafragma E107, por si só, a qual compreende dois reforços de bobina de arco lateral E301, dois triângulos de reforço E302, uma placa de base principal E303 que estende a largura do diafragma, uma placa de escora inferior E304 que também estende a largura do diafragma, uma placa de escora superior E305 que novamente estende a largura do diafragma, um reforço de bobina de arco mediano E306 e uma placa de base inferior E307 que estende a largura do diafragma.

[001453] Enrolamentos de bobina E106 estão anexados à armação de base do diafragma E107. Cada um dos lados curtos de enrolamento de bobina E129 são anexados a cada um dos dois reforços de bobina de arco lateral E301. Os lados longos de enrolamento de bobina

E130 e E131 são anexados aos dois reforços de bobina de arco lateral E301 e também o reforço de bobina de arco mediano E306. O lado longo de enrolamento de bobina E130 é anexado à borda da placa de escora superior E305.

[001454] A combinação de todas as regiões da armação de base do diafragma E107: reforços de bobina de arco lateral E301, triângulos de reforço E302, placa de base principal E303, placa de escora inferior E304, placa de escora superior E305, reforços de bobina de arco mediano E306 e a placa de base inferior E307, aderida aos enrolamentos de bobina E106, cria uma estrutura de base do diafragma que é substancialmente rígida e não ressoa dentro da FRO. Embora a massa da armação de base do diafragma E107 e dos enrolamentos E106 seja relativamente alta em comparação a outras partes do conjunto de diafragma E101, em função de a massa ser localizada perto do eixo de rotação E119, a inércia de rotação é reduzida.

[001455] Os três reforços de bobina E301 e E306, cada um, compreendem um painel que se estende em uma direção perpendicular ao eixo de rotação e que conecta o primeiro lado longo da bobina E130 ao primeiro segundo lado longo da bobina E131. Cada reforço de bobina de arco lateral E301 está localizado perto e tocando cada um dos lados curtos E129 da bobina E106 e se estende, aproximadamente, da junção entre o primeiro lado longo da bobina E130 e o primeiro lado curto E129, até aproximadamente a junção entre o segundo lado longo da bobina E131 e o primeiro lado curto, e também se estende em uma direção perpendicular ao eixo de rotação em direção a outras partes da armação de base do diafragma. Se estas partes de armação de base do diafragma não forem feitas da mesma peça de material (como nesta modalidade, que é sinterizada como uma parte), então, um método de conexão rígido adequado deveria ser empregado, por exemplo, brasagem, soldadura, ou adesão usando um adesivo, tal como resina epóxi ou cianoacrilato, tendo o

cuidado de assegurar uma área de contato de tamanho razoável entre as partes a serem coladas é usada.

[001456] Preferencialmente, os painéis de enrijecimento da bobina são feitos de um material que tem um módulo de Young superior a 8 GPa, ou, mais preferencialmente, superior a 20 GPa.

[001457] Os lados longos E130 e E131 da bobina não estão conectados a um molde, e, em vez disso, eles são suficientemente grossos, de modo a serem capazes de se apoiar em regiões entre os reforços de bobina. Um molde também pode ser usado.

Conjunto de Dobradiça de Contato

[001458] O conjunto de dobradiça de contato facilita que o conjunto de diafragma E101 gire para trás e para a frente sobre um eixo de rotação aproximado E119 com relação à estrutura de base do transdutor E118 em resposta a um sinal de áudio elétrico reproduzido através de enrolamentos de bobina E106 anexados ao conjunto de diafragma E101.

[001459] O conjunto de dobradiça compreende um par de articulações de dobradiça localizado em ambos os lados do conjunto de diafragma e da estrutura de base do transdutor. Cada articulação de dobradiça compreende um elemento de dobradiça e um membro de contato. A armação de base do diafragma E107 tem duas protruções curvas (na seção transversal) de forma convexa E125 localizadas em ambos os lados da armação de base do diafragma (uma das quais é mostrada em vistas detalhadas de seção transversal na Figura E1g e E1i), as quais formam os elementos de dobradiça das articulações de dobradiça. A estrutura de base do transdutor E118 compreende um bloco de base E105, em que ambos os lados formam os membros de contato das articulações de dobradiça. Cada lado do bloco de base E105 compreende uma superfície de contato curva de forma côncava E117, contra a qual o elemento de dobradiça associado E125 se apoia e rola durante a operação. O conjunto de contato pode ser invertido de modo que os entalhes

côncavos estão sobre o lado do diafragma e as protrusões convexas sobre o lado da estrutura de base do transdutor, em modalidades alternativas.

[001460] Os elementos de dobradiça são formados de um material com um módulo suficientemente alto para apoiar de forma rígida o diafragma contra os deslocamentos de translação e rotação (excluindo o modo de rotação desejado), o que, caso contrário, poderia resultar em ressonâncias de rompimento do diafragma.

[001461] Na região de contato com o bloco de base de contato E105, cada elemento de dobradiça E125 compreende uma superfície E114 com um raio que é substancialmente pequeno em relação ao comprimento do corpo do diafragma E126, conforme descrito em relação à Modalidade A, a fim de ajudar a facilitar um movimento livre e baixa frequência de ressonância fundamental do diafragma (W_n), mas, preferencialmente, não tão pequena de modo a fazer com que o material de contato flexione, afetando o desempenho de rompimento.

[001462] Durante o transporte, se o transdutor de áudio levar uma batida ou for derrubado, ou, posteriormente, for submetido a uso prolongado (por exemplo, milhões de ciclos), é possível que os elementos de dobradiça possam se deslocar de estar no meio da superfície de contato do bloco de base. A superfície de contato compreende uma inclinação crescente da região de contato, em todas as direções, de tal forma que se o elemento de dobradiça se deslocar longe demais de sua localização ideal (por exemplo, devido a um evento de impacto único), ele eventualmente atingirá uma inclinação suficiente para tensioná-lo novamente para a posição de contato apropriada. Os lados da superfície de contato do bloco de contato também compreendem uma mudança gradual na inclinação, de modo que não haja nenhuma possibilidade de impacto que possa criar distorção de vibração em curso. Note que tais deslizamentos do elemento de dobradiça são ocorrências únicas e raras e não ocorrem no curso de operação normal do transdutor.

[001463] O diafragma é configurado para girar sobre um eixo aproximado E119 em relação à estrutura de base do transdutor E118 por meio do conjunto de dobradiça. O plano coronal do corpo do diafragma E123 idealmente se estende para fora do eixo de rotação E119, de tal forma que desloca um grande volume de ar conforme ele gira.

[001464] Ao contrário da modalidade A do transdutor de áudio, a modalidade E do transdutor de áudio não tem material ferromagnético incorporado no conjunto de diafragma E101, assim, o ímã E102 e as peças polares não exercem uma força tensionadora no conjunto de diafragma ou elemento de dobradiça para manter o contato entre o elemento de dobradiça e o membro de contato.

[001465] O conjunto de dobradiça desta modalidade compreende um mecanismo tensionador com um membro resiliente E110 que retém os elementos de dobradiça sobre a armação de base do diafragma E107 contra os membros E117 na estrutura de base do transdutor E118. O membro resiliente E110 é um membro alongado feito a partir de um corpo substancialmente fino. A parte mediana do corpo que conecta qualquer extremidade resiliente é rigidamente conectada ao bloco de base E105 por qualquer método apropriado e, portanto, não flexione. Qualquer extremidade do membro tensionador resiliente E110 é acoplada a qualquer lado da armação de base do diafragma, respectivamente, para tensionar o bloco de base em direção às protrusões/elemento de dobradiça da armação de base. O membro tensionador aplica uma força tensionadora consistente para reter as superfícies de contato das articulações de dobradiça juntas durante a operação, mas é suficientemente complacente para possibilitar a rotação do conjunto de diafragma sobre o eixo de rotação durante a operação, e também para possibilitar algum movimento lateral entre elas em certas circunstâncias (tais como, devido à existência de pó ou tolerâncias de fabricação, conforme explicado nas seções 3.2.1 e 3.2.2 deste relatório descritivo).

[001466] A Figura E1i mostra uma seção transversal longitudinalmente de um membro tensionador resiliente E110 em um lado do transdutor de áudio. Cada extremidade do membro tensionador se estende do lado do bloco de base E105, é dobrada (aproximadamente de forma ortogonal em relação à seção intermediária) e se estende, aproximadamente, paralela ao lado do transdutor de áudio até que envolva um pino de aplicação de força E109 da armação de base do diafragma E107. Cada extremidade dobrada do membro tensionador E110, preferencialmente, tem comprimento suficiente para permitir que a extremidade seja desengatada de sua posição, ao flexioná-la lateralmente. Quando o conjunto de diafragma é primeiro montado com a estrutura de base do transdutor E118a, e as extremidades do membro tensionador E110 são engatadas sobre a armação de base E107, as extremidades devem ser adequadamente pré-tensionadas, de modo que uma vez engatada no lugar, elas proveem a força de contato necessária (cujo tamanho e as razões são destacadas na seção 3.2.1, por exemplo).

[001467] A Figura E1e mostra uma vista lateral de uma extremidade do membro tensionador resiliente E110 engatada sobre o pino de aplicação da força E109. Um orifício aproximadamente quadrado pode ser visto. A borda do orifício que toca o pino de aplicação de força E109 na localização de aplicação de força E116 é substancialmente plana. A direção na qual a força é aplicada é substancialmente perpendicular à borda plana e em direção ao pino de aplicação de força E109. Esta direção foi escolhida para ser substancialmente perpendicular ao plano tangente à superfície curva de forma convexa do elemento de dobradiça na região de contato E114 em cada lado. Desta forma, uma combinação de forças não é aplicada ao conjunto de diafragma que atua para desequilibrá-lo com relação à estrutura de base do transdutor E118. A localização do pino de aplicação de força E116 coincide com o eixo de rotação E119. O posicionamento do eixo definido pelas duas localizações de aplicação de

força E116, em relação ao eixo de rotação E119, reduz a frequência de ressonância (W_n) e provê uma força de restauração para centralizar o diafragma para sua posição de equilíbrio. Por exemplo, se o eixo definido pela localização de aplicação de força E116 está localizado deslocado do eixo de rotação E119 em direção ao lado do diafragma (que é para a esquerda com relação à Figura E1e), então, à medida que o diafragma gira, ele ficará instável e agitará para um lado. Se o eixo definido pela localização de aplicação de força E116 estiver localizado deslocado do eixo de rotação E119 em direção ao lado da estrutura de base (que é para a direita com relação à Figura E1e), então, a força atuará para centralizar o diafragma em uma posição de repouso em equilíbrio.

[001468] As duas protrusões de articulação de dobradiça/elementos de dobradiça E125 estão localizadas a um afastamento razoável, com relação à largura do corpo do diafragma E128, com uma de um lado do plano sagital do corpo do diafragma E124, perto da largura máxima do corpo do diafragma e outra protrusão E125 igualmente espaçada do outro lado. Ao espaçar as articulações de dobradiça de contato devidamente separadas, a combinação é capaz de prover maior rigidez e suporte para o conjunto de diafragma E101 com relação aos modos de rotação do diafragma, que não é o modo de rotação fundamental do diafragma (W_n). Há dois de tais modos de rotação, ambos com eixos de rotação substancialmente perpendiculares ao eixo de rotação fundamental E119 do diafragma, e ambos substancialmente perpendiculares entre si. Estes podem ser identificados usando uma análise de elementos finitos de um modelo de computador deste transdutor, semelhante à análise conduzida na modalidade A dentro deste relatório descritivo.

[001469] Nesta modalidade, a configuração do sistema de dobradiça suspende o conjunto de diafragma em um ângulo em relação à estrutura de base do transdutor para prover um conjunto de transdutor mais compacto. Em outras palavras, em um estado montado, um eixo

longitudinal da estrutura de base é orientado em um ângulo em relação a um eixo longitudinal do conjunto de diafragma, na posição/no estado neutro do conjunto de diafragma. Este ângulo é preferencialmente obtuso, mas pode ser ortogonal ou mesmo agudo em configurações alternativas.

Estrutura de Base do Transdutor

[001470] A estrutura de base do transdutor E118 compreende o bloco de base E105, as peças polares externas E103 e E104, o ímã E102 e as peças polares internas E113. Estas partes de estrutura de base do transdutor são todas aderidas por meio de um agente de adesão, tal como resina epóxi, ou, de outra forma, rigidamente conectadas entre si. O ímã E102 é magnetizado, de tal forma que o polo norte está situado na face conectada à peça polar externa E103 e o polo sul está na face conectada à peça polar externa E104. Esta pode estar, ao contrário, em modalidades alternativas.

[001471] Um circuito magnético é formado pelo ímã E102, peças polares externas E103 e E104 e as duas peças polares internas E113. O fluxo é concentrado nas pequenas lacunas de ar entre as peças polares externas E103 e E104 e as peças polares internas E113. A direção do fluxo nas lacunas entre a peça polar externa E103 e as peças polares internas E113 está, de modo geral, aproximadamente na direção do eixo de rotação E119. A direção do fluxo nas lacunas entre as peças polares internas E113 e as peças polares externas E104 está, em geral, aproximadamente longe do eixo de rotação E119. Os enrolamentos da bobina E106 que podem ser enrolados a partir de fio de cobre revestido com esmalte em um formato aproximadamente retangular, com dois lados longos E130 e E131 e dois lados curtos E129, conforme descrito acima. O lado longo E130 está localizado aproximadamente na pequena lacuna de ar entre a peça polar externa E103 e peças polares internas E113, e o outro lado longo E131 está localizado na pequena lacuna de ar entre a peça polar externa E104 e as peças polares internas E113. Durante a operação, à medida que um

sinal de áudio elétrico é reproduzido através dos enrolamentos de bobina, o torque é exercido por ambos os lados longos de enrolamento de bobina E130 e E131 na mesma direção para fazer com que o conjunto de diafragma oscile. O enrolamento de bobina E106 é enrolado grosso o suficiente (e aderido junto com um adesivo, tal como epóxi) para ser relativamente rígido e pressionar modos ressonantes indesejados além da FRO. É preferencialmente grosso o suficiente para não precisar de um molde de bobina, e isto significa que as lacunas de fluxo magnético são capazes de ser menores (a densidade de fluxo crescente e a eficiência de transdutor de áudio) para uma dada espessura de enrolamento de bobina e dada lacuna de folga entre os lados longos de enrolamento de bobina E130 e E131 e as peças polares E103, E104 e E113.

Estrutura de Diafragma

[001472] O conjunto de diafragma é configurado para girar sobre um eixo aproximado E119 em relação à estrutura de base do transdutor E118. A espessura do corpo do diafragma E127 é substancialmente grossa em relação ao comprimento do comprimento do corpo do diafragma. Por exemplo, a espessura máxima é pelo menos 15% do comprimento, ou, mais preferencialmente, pelo menos 20% do comprimento. Esta espessura provê a estrutura com maior rigidez ajudando a pressionar modos ressonantes fora da faixa de operação. A geometria do diafragma é essencialmente plana. O plano coronal do corpo do diafragma E123 idealmente se estende para fora do eixo de rotação E119, de tal forma que desloca um grande volume de ar conforme ele gira. Ele é afunilado, como mostrado na Figura E4c em um ângulo E402 de cerca de 15 graus, para reduzir significativamente sua inércia rotacional, provendo a eficiência e desempenho de rompimento melhorados. Preferencialmente, o corpo do diafragma afunila do centro de massa E401 do conjunto de diafragma E101.

[001473] O diafragma compreende uma pluralidade de membros de reforço interno E121 laminados entre cunhas de núcleo de baixa

densidade E120 e ao lado de uma pluralidade de abas de ângulos angulares E122. Estas partes são anexadas usando um agente de adesão, por exemplo, adesivo epóxi, um adesivo à base de borracha sintética ou adesivo de contato à base de látex. Uma vez aderida, a extremidade de face de base deste laminado em cunha (incluindo as faces das quatro abas de ângulo E122) é, então, anexada à placa de base principal E303. O reforço de estresse normal compreendendo várias escoras paralelas finas E112 é anexado a uma face principal E132 do corpo, preferencialmente, em alinhamento com os vários membros de reforço interno E121 e se conectando à placa de escora superior E305. O reforço de estresse normal adicional compreendendo duas escoras diagonais E111 está anexado em uma configuração cruzada, através da mesma face principal E132 do corpo e sobre o topo das escoras paralelas E112, e também se conectando à placa de escora superior E305. Na outra face principal E132 do corpo, as escoras E111 e E112 também estão anexadas de forma semelhante, exceto ao se conectar à placa de base inferior E307. As escoras são preferencialmente feitas de uma fibra de carbono de módulo ultra alto, por exemplo, Mitsubishi Dialead, com um módulo de Young de cerca de 900 Gpa (sem o aglutinante de matriz). Estas partes são anexadas entre si usando um agente de adesão, por exemplo, adesivo epóxi. Outros métodos de conexão, entretanto, também estão previstos, conforme descrito anteriormente em relação a outras modalidades.

[001474] O uso de escoras de alto módulo E111 e E112, conectadas no lado de fora de um núcleo de baixa densidade grosso E120 feito de espuma EPS, por exemplo, provê uma estrutura composta benéfica em se tratando da rigidez do diafragma, novamente, devido à geometria grossa maximizando o segundo momento de vantagem de área que as escoras podem prover.

[001475] Durante a operação, o corpo do diafragma E120 desloca o ar à medida que ele gira, e, como tal, é necessário que seja

significativamente não poroso. Espuma EPS é um material preferencial devido a seu módulo específico razoavelmente alto e também em função de ele ter uma baixa densidade de 16 kg/m^3 . As características de material EPS ajudam a facilitar o rompimento do diafragma melhorado para transdutores de áudio de ação rotacional convencionais. O desempenho de rigidez permite que o núcleo E120 proveja algum apoio para as escoras E111 e E112, as quais podem ser tão finas que, sem o núcleo E120, elas sofreriam ressonâncias transversais localizadas em frequências dentro da FRO. Os membros de reforço interno laminados E121 proveem rigidez de cisalhamento de diafragma melhorada. A orientação do plano de cada membro de reforço interno é, preferencialmente, aproximadamente paralela à direção em que o diafragma se move e também aproximadamente paralela ao plano sagital do corpo do diafragma E124. Para os membros de reforço interno E121 adequadamente auxiliarem a rigidez de cisalhamento do corpo do diafragma, conexões razoavelmente rígidas são preferencialmente feitas para as escoras paralelas E112 colocadas em qualquer lado de cada membro de reforço interno. Além disso, na extremidade de base do diafragma, a conexão dos membros de reforço interno E121 à placa de base principal E303 precisa ser rígida, e para ajudar esta rigidez, abas de ângulo E122 são usadas. Cada aba E122 tem uma grande área de superfície adesiva para se conectar a cada membro de reforço interno E121, e forças de cisalhamento são transferidas em torno do canto da aba, cujo outro lado é outra grande área de superfície adesiva que está conectada à placa de base principal E303.

Alojamento de Conjunto de Diafragma

[001476] A Figura E2 mostra a modalidade E do transdutor de áudio montado a um alojamento de diafragma, compreendendo um envoltório E201, uma grade principal E202, dois reforços laterais E203 e dois 304 pinos de desacoplamento E208 do desacoplamento descrito na seção 4.2.2.

[001477] O envoltório E201 está anexado ao bloco de base E105, à peça polar externa E103 e ao ímã E102 e ele é montado de tal forma que há uma pequena lacuna de ar E206 dentre aproximadamente 0,1 mm a 1 mm entre a periferia da estrutura de diafragma e as paredes internas do envoltório E201.

[001478] A vista de seção transversal da Figura E2e mostra que o envoltório E201 tem uma superfície curva na pequena lacuna de ar E205 na ponta do diafragma. O centro do raio desta curva é localizado aproximadamente no eixo de rotação E119 do transdutor de áudio, de tal forma que, à medida que o diafragma gira, a pequena lacuna de ar E205 é mantida na ponta do diafragma. Lacunas de ar E206 e E205 devem ser suficientemente pequenas para impedir que quantidades significativas de ar atravessem, devido ao diferencial de pressão existente durante a operação normal.

[001479] O envoltório E201 tem paredes que atuam como uma barreira ou defletor, reduzindo o cancelamento da radiação da frente do diafragma por radiação de anti-fase a partir da parte posterior. Note que, dependendo da aplicação, o alojamento do transdutor (ou outros componentes de defletor) também podem ser necessários para adicionalmente reduzir o cancelamento da radiação sonora para frente e para trás.

[001480] A grade principal E202 e os dois reforços laterais E203 são conectados usando um método adequado, tal como por meio de um agente adesivo (por exemplo, adesivo epóxi), para o envoltório E201. Em função destes componentes de alojamento de diafragma serem todos rigidamente anexados à estrutura de base do transdutor, a estrutura combinada, sendo o conjunto de estrutura de base, é rígida o suficiente para modos de ressonância adversos estarem acima da FRO. Para conseguir isso, a geometria geral da estrutura combinada é concisa e compacta, significando que nenhuma dimensão é significativamente maior

do que a outra. Além disso, a região do alojamento do diafragma que se estende em torno do diafragma é enrijecida pelo uso de escoras de alumínio trianguladas incorporadas na grade principal E202 e reforços laterais E203 que formam uma caixa dura em torno do envoltório plástico E201. Estruturas trianguladas têm massa menor em comparação às estruturas que não são, e, à medida que a rigidez não é tão reduzida, isto significa que uma estrutura triangulada, em geral, tem melhor desempenho em se tratando de ressonâncias adversas.

[001481] O alojamento de diafragma também incorpora batentes que não se conectam com o conjunto de diafragma, exceto no caso de um evento incomum, tal como uma queda, ou uma batida, como um meio de impedir que danos ocorram a partes mais frágeis do conjunto de diafragma. Um bloco de batente cilíndrico E108, que é parte da armação de base do diafragma E107, se projeta para cada lado do conjunto de diafragma E101. Depois que o transdutor é montado no alojamento de diafragma e depois que partes da estrutura de base do transdutor, que estão em contato com o alojamento de diafragma, são conectadas, por exemplo, pelo uso de um adesivo, tal como epóxi, dois anéis de batente E207 são inseridos em cada lado do envoltório de alojamento de diafragma E201. Em um estado montado, uma pequena lacuna E209 sai dentre cada anel de batente E207 e cada bloco de batente E108. O tamanho destas lacunas E209 é preferencialmente pequeno em comparação ao comprimento do corpo do diafragma E126 e, igualmente, o tamanho das lacunas em torno da borda do perímetro do diafragma E205, E206. Isso é para que, no caso de uma queda, as lacunas de batente fechem e os componentes de batente E207 e E108 se conectem antes que outras partes do conjunto de diafragma E101 se conectem a outra coisa, por exemplo, ao envoltório de alojamento do diafragma E201. Uma vez que cada anel de batente E207 foi instalado, dois plugues E204 feitos de plástico são inseridos no orifício restante de cada lado do alojamento de diafragma. Isto é para ajudar a impedir uma rota de

fluxo de ar de áreas de pressão do som positiva em um lado do diafragma para áreas de pressão do som negativa no outro lado do diafragma. Os anéis de batente E207 e os plugues E204 feitos para serem conectados ao envoltório de alojamento de diafragma E201 e entre si por meio de um agente adesivo, tal como epóxi.

[001482] Em outra configuração, o transdutor de áudio da modalidade E não compreende um alojamento de diafragma, e o transdutor de áudio é acomodado em um alojamento do transdutor por meio de um sistema de montagem de desacoplamento.

3.3 SISTEMAS DE DOBRADIÇA FLEXÍVEIS

[001483] Projetos de dobradiça flexível do estado da técnica, frequentemente, sofrem de um compromisso, por meio do qual reduz a frequência fundamental do diafragma (W_n) e aumento de excursão de diafragma, para estender o desempenho de baixa frequência, tende a aumentar a complacência de translação em pelo menos uma direção, assim, reduzindo a frequência de modos de ressonância de interação de diafragma/dobradiça problemáticos, que, em projetos onde a minimização de armazenamento de energia é um objetivo de projeto principal, compromete o desempenho de alta frequência.

[001484] Conjuntos de dobradiça incluindo seções ou elementos flexíveis e resilientes, tais como seções ou elementos de paredes finas, incluindo componentes de mola, por exemplo, têm o potencial de facilitar um projeto de transdutor de áudio com características de armazenamento de baixa energia, conforme medido em uma representação em cascata/CSD, para facilitar uma boa reprodução de áudio, bem como uma boa capacidade de excursão de volume e de largura de banda, se projetados de forma adequada.

[001485] A redução de complacência de translação do conjunto de dobradiça geral, preferencialmente ao longo de três eixos ortogonais, auxilia a atingir transdutores de áudio de ação rotacional de alto

desempenho.

[001486] Um sistema de dobradiça de flexão da invenção incorporando dois ou mais elementos e/ou seções flexíveis e resilientes serão agora descritos detalhadamente com referência a alguns exemplos. Os elementos e/ou seções podem formar parte de um único componente resiliente ou podem ser separados.

[001487] Os exemplos serão descritos com referência a um transdutor de áudio compreendendo um conjunto de diafragma, uma estrutura de base do transdutor e um sistema de dobradiça de flexão rigidamente conectado ao conjunto de diafragma e à estrutura de base do transdutor. O conjunto de diafragma é operativamente apoiado pelo sistema de dobradiça de flexão para possibilitar movimento articulado do diafragma em relação à estrutura de base durante a operação. O sistema de dobradiça compreende pelo menos dois elementos de dobradiça resilientes, os quais podem ser partes de um único membro. Os elementos podem ser separados ou acoplados (integral ou separadamente). Ambos os elementos são rigidamente acoplados à estrutura de base do transdutor e ao conjunto de dobradiça e deformam ou flexionam em resposta a forças que são normais aos mesmos para facilitar os movimentos do conjunto de dobradiça sobre o conjunto de dobradiça sobre o eixo de rotação aproximado. Cada elemento de dobradiça está intimamente associado tanto à estrutura de base do transdutor quanto ao diafragma, e compreende rigidez de translação substancial para resistir à compressão, tensão e/ou deformação por cisalhamento ao longo e através do elemento. Pelo menos um elemento de dobradiça pode ser integrado com ou formar parte do conjunto de diafragma e/ou pelo menos um elemento de dobradiça pode ser integrado com ou formar parte da estrutura de base do transdutor. Como será explicado mais detalhadamente abaixo, em algumas modalidades, cada elemento de dobradiça flexível de cada articulação de dobradiça é substancialmente flexível com dobra. Preferencialmente, nestas

modalidades, cada elemento de dobradiça é substancialmente rígido contra torção in situ. Em modalidades alternativas, cada elemento de dobradiça flexível de cada articulação de dobradiça é substancialmente flexível ao ser torcido. Preferencialmente, nestas modalidades, cada elemento de dobradiça é substancialmente rígido contra torção in situ.

[001488] Os sistemas de dobradiça de flexão descritos neste documento podem ser incorporados em qualquer uma das modalidades de transdutor de áudio de ação rotacional descritas neste relatório descritivo, incluindo, por exemplo, os transdutores de áudio das modalidades A, D, E, K, S, T, W e X, e a invenção não se destina a ser limitada a sua aplicação nas modalidades descritas abaixo.

[001489] Como será descrito em alguns exemplos, as seções resilientes podem flexionar ao se dobrar e, em alguns outros exemplos, as seções resilientes flexionam por torção. Em outras configurações, as seções resilientes podem flexionar por meio de dobra e torção.

3.3.1 Transdutor de Áudio da Modalidade B

[001490] A Figura B1 mostra um transdutor de áudio de ação rotacional exemplar da invenção (doravante referido como a modalidade "B" do transdutor de áudio), incluindo um conjunto de diafragma B101 (mostrado nas Figuras B2a-g) articuladamente acoplado a uma estrutura de base do transdutor B120 por meio de um sistema de dobradiça de flexão exemplar. Nesta modalidade o sistema de dobradiça de flexão compreende um conjunto de dobradiça de flexão B107 (mostrado em detalhes na Figura B3). O transdutor de áudio neste exemplo é um transdutor de áudio de alto-falante de headphone de faixa total de ação rotacional, mas apreciar-se-á que o transdutor pode, alternativamente, ser qualquer outro projeto de alto-falante ou um transdutor acústico-elétrico, tal como um microfone. O conjunto de diafragma B101 compreende um diafragma composto de inércia rotacional substancialmente baixa, conforme descrito, por exemplo, em relação às configurações R1-R4 das estruturas do diafragma, ou

conforme descrito em relação às estruturas do diafragma das configurações R5-R7 dos transdutores de áudio. O conjunto de dobradiça B107 compreende pelo menos uma articulação de dobradiça que é rigidamente acoplada entre o conjunto de diafragma e a estrutura de base do transdutor. Nesta modalidade, o conjunto de dobradiça B107 compreende uma primeira articulação de dobradiça B201 e uma segunda articulação de dobradiça B203, que são rigidamente acopladas à estrutura de base do transdutor B120 em uma extremidade e ao conjunto de diafragma B101 em uma extremidade oposta. O conjunto de dobradiça de flexão B107 facilita o movimento/oscilação rotacional/articulado do conjunto de diafragma B101 sobre um eixo de rotação aproximado B116 com relação à estrutura de base do transdutor B120 em resposta a um sinal de áudio elétrico reproduzido através de enrolamentos de bobina B106 anexados ao conjunto de diafragma. Nesta modalidade, o conjunto de dobradiça compreende uma armação de base de diafragma em um lado/extremidade de cada articulação de dobradiça que forma parte do conjunto de diafragma, e um bloco de base em um lado/extremidade oposto de cada articulação de dobradiça que forma parte da estrutura de base do transdutor, no estado montado do transdutor de áudio. As articulações de dobradiça formam as articulações intermediárias entre o conjunto de diafragma e a estrutura de base do transdutor.

3.3.1a Visão Geral do Conjunto de Dobradiça

[001491] O conjunto de dobradiça B107, e, em particular, cada articulação de dobradiça, é configurado para ser substancialmente rígido para resistir a forças de tensão, e/ou de compressão e/ou de cisalhamento sofridas dentro dos planos dos elementos de dobradiça associados B201a/b e B203a/b. Em função de os elementos de dobradiça serem angulares um em relação ao outro, isto significa que o conjunto de diafragma geral é rigidamente contido contra todos os deslocamentos de translação e de rotação, exceto para o movimento rotacional sobre o eixo

de rotação necessário do conjunto de dobradiça. Em particular, a rigidez dos elementos de dobradiça em compressão, tensão e cisalhamento, e os ângulos relativos entre o par de elementos de dobradiça em cada articulação, significa que o conjunto de diafragma é suficiente e substancialmente resistente/duro para movimento/deslocamento de translação em cada articulação de dobradiça ao longo de pelo menos dois, mas, preferencialmente, todos os três eixos substancialmente ortogonais durante a operação. A ampla separação das duas articulações de dobradiça, bem como os ângulos relativos dos elementos, implica que o conjunto de diafragma também é suficiente e substancialmente resistente/duro para movimento/deslocamento de rotação sobre eixos perpendiculares ao eixo de rotação necessário do conjunto de dobradiça durante a operação. Cada elemento de dobradiça é, preferencialmente, substancialmente flexível sobre o eixo de rotação do conjunto e, portanto, o conjunto de dobradiça também é flexível e possibilita a rotação sobre este eixo.

[001492] Deve-se notar que, em algumas configurações, especialmente à medida que o diafragma sofre uma excursão muito grande, a configuração do conjunto de dobradiça B107 não necessariamente restringe o movimento do diafragma a um movimento puramente rotacional sobre um único eixo de rotação, entretanto, o movimento pode ser considerado aproximadamente rotacional sobre um eixo de rotação aproximado B116.

[001493] A Figura B2 mostra o conjunto de dobradiça B107 conectado ao conjunto de diafragma B101. Nesta modalidade, o conjunto de dobradiça compreende a armação de base de diafragma à qual os enrolamentos de bobina B106 do mecanismo de excitação do transdutor são anexados. A estrutura de base do transdutor foi removida destas figuras para clareza. Como mostrado na Figura B3, o conjunto de dobradiça B107 compreende uma armação de base de diafragma substancialmente

longitudinal (que é adicionalmente descrita neste documento), e um par de articulações de dobradiça equivalentes, o primeiro B201 consistindo em pares de elementos B201a e B201b, a segunda articulação de dobradiça B203 consistindo em elementos B203a e B203b, estendendo-se lateralmente a partir de qualquer extremidade da armação de base e configurados para se localizar em qualquer lado do conjunto de diafragma e da estrutura de base do transdutor in situ. A armação de base do diafragma se estende ao longo de uma porção substancial da largura na base mais grossa do corpo do diafragma e é configurada para acoplar ao corpo do diafragma e ao enrolamento de bobina B106 in situ. A estrutura da armação de base será descrita mais detalhadamente abaixo.

[001494] A Figura B3 mostra o conjunto de dobradiça flexível B107 deste exemplo em detalhes. Cada articulação de dobradiça B201 e B203 se conecta a um bloco de conexão B205/B206 que está configurado para rigidamente acoplar um lado da estrutura de base do transdutor B120. A estrutura de base do transdutor B120 pode compreender um recesso complementar na superfície da estrutura para auxiliar com o acoplamento das partes. O conjunto de dobradiça B107 compreende pares de elementos de dobradiça flexíveis B201a/B201b e B203a/B203b. Os elementos de dobradiça de cada par de articulações de dobradiça B201a/B201b e B203a/B203b são angulares um em relação ao outro. Neste exemplo, os elementos de dobradiça B201a e B201b são substancialmente ortogonais um em relação ao outro, e os elementos de dobradiça B203a e B203b são substancialmente ortogonais um em relação ao outro. Entretanto, outros ângulos relativos estão previstos, incluindo um ângulo agudo entre eles para cada par de elementos de dobradiça, por exemplo. Cada elemento de dobradiça é substancialmente flexível, de tal forma que seja capaz de flexionar em resposta a forças que são substancialmente normais ao elemento e em resposta a um momento na direção desejada do eixo de rotação B116 do conjunto de diafragma. Desta forma, os elementos de

dobradiça possibilitam o movimento rotacional/articulado do conjunto de diafragma sobre o eixo de rotação B116. O conjunto de dobradiça, de modo geral, também é, preferencialmente, resiliente, de tal forma que seja tensionado para uma posição neutra, para, assim, tensionar o conjunto de diafragma para uma posição neutra in situ e durante a operação do transdutor. Cada elemento é capaz de flexionar de forma a permitir que o conjunto de diafragma gire para qualquer direção da posição neutra. Neste exemplo, cada elemento de dobradiça B201a, B201b, B203a e B203b é uma seção substancialmente plana de material flexível e resiliente. Como será explicado mais detalhadamente abaixo, outros formatos são possíveis e a invenção não se destina a ser limitada a este exemplo.

3.3.1b Elementos de Dobradiça Flexíveis

Forma, Dimensões e Material

[001495] Para cada articulação de dobradiça, pelo menos um dentre cada par de elementos de dobradiça flexíveis (mas preferencialmente ambos) são suficientemente finos neste exemplo, e/ou têm dimensões suficientes para permitir a flexão do elemento de dobradiça em resposta a forças normais ao elemento. Isto permite uma baixa frequência fundamental (W_n) do conjunto de diafragma B101 com relação à estrutura de base do transdutor B120. Um ou ambos os elementos flexíveis de cada par são formados a partir de uma folha ou seção de material substancialmente plana, entretanto, apreciar-se-á que outras formas podem ser possíveis. Preferencialmente, cada elemento de dobradiça é relativamente fino em comparação a um comprimento do elemento para facilitar o movimento rotacional do diafragma sobre o eixo de rotação, em comparação aos seus comprimentos. Cada elemento de dobradiça pode compreender uma espessura substancialmente uniforme através de pelo menos a maior parte de seu comprimento e largura.

[001496] Em algumas configurações, um ou cada um dentre o par de elementos de dobradiça é uma folha de material suficientemente fina

com uma espessura inferior a cerca de $1/8$ do comprimento da folha, ou mais, preferencialmente, inferior a cerca de $1/16$ do comprimento, ou, mais preferencialmente, inferior a cerca de $1/35$ do comprimento, ou, ainda mais preferencialmente, inferior a cerca de $1/50$ do comprimento, ou, mais preferencialmente, inferior a cerca de $1/70$ do comprimento. Se a espessura for muito fina, então, a flexão pode correr o risco de curvar-se em situações onde uma grande força é aplicada, por exemplo, em um cenário de queda ou batida. Por esta razão, preferencialmente, cada folha fina de material é mais grossa do que $1/500$ de seu comprimento.

[001497] Em algumas configurações, a largura de um ou de cada elemento de dobradiça é menor do que duas vezes o seu comprimento, ou menor do que 1,5 vez o comprimento, ou, mais preferencialmente, menor que o comprimento.

[001498] Em algumas configurações, a espessura de um ou de cada elemento de dobradiça de cada par é inferior a cerca de $1/8$ de sua largura ou, preferencialmente, inferior a cerca de $1/16$ da largura, ou, mais preferencialmente, inferior a cerca de $1/24$ da largura, ou, ainda mais preferencialmente, inferior a cerca de $1/45$ da largura, ou, ainda mais preferencialmente, inferior a cerca de $1/60$ da largura, ou, mais preferencialmente, cerca de $1/70$ de largura.

[001499] Um ou cada elemento de dobradiça flexível (ambos neste exemplo) de cada par é feito de um material que é substancialmente duro no plano do material, por exemplo, um material com um módulo de Young substancialmente alto, tal como um metal ou material cerâmico, em vez de partir de um material flexível macio, tal como um material plástico típico ou borracha. Desta forma, o elemento de dobradiça flexível é substancialmente resistente à tensão e a forças de compressão no plano do elemento. Preferencialmente, o material também é substancialmente resistente a cargas de cisalhamento sofridas no plano do material. O elemento de dobradiça flexível, assim, sofre de zero a mínima deformação devido a tais

forças in situ e durante a operação. Pelo menos um ou ambos os elementos de dobradiça flexíveis de cada par são orientados substancialmente paralelos ao eixo de rotação do conjunto de dobradiça, de modo que o conjunto de dobradiça B107 é complacente em se tratando de rotações do diafragma e flexão de ditos elementos de dobradiça facilita a direção desejada da rotação do diafragma. Preferencialmente, um ou ambos os elementos de dobradiça de cada par são feitos de um material com módulo de Young superior a 8 GPa, ou, mais preferencialmente, superior a aproximadamente 20 GPa.

[001500] Na configuração preferencial deste exemplo, cada elemento de dobradiça é feito a partir de uma liga de aço, ou liga de tungstênio, ou liga de titânio ou liga de metal amorfo de alta tração, tais como "Liquidmetal" ou "Vitreloy". Em outras formas, os elementos de dobradiça podem ser feitos de um material composto com um módulo de Young suficientemente alto, tal como fibra de carbono reforçada com plástico.

[001501] Em algumas configurações, o material a partir do qual os elementos de dobradiça são formados, ao flexionar durante a operação normal, é usado em uma faixa em que a relação de força versus deslocamento (deslocamento medido na distância deslocada ou graus de rotação) é linear e obedece a lei de Hooke. Isto significa que o sinal de áudio será reproduzido com mais precisão.

[001502] Como mencionado, neste exemplo, cada (ou pelo menos um) elemento de dobradiça flexível em cada par é de um perfil substancial ou aproximadamente plano, por exemplo, em uma forma de uma folha ou seção de material substancialmente plana. Em outras formas, um ou mais elementos de dobradiça flexíveis podem ser ligeiramente dobrados ao longo de seu comprimento em um estado relaxado/neutro e tornam-se substancialmente planos à medida que eles flexionam durante a operação normal e/ou quando acoplados ao conjunto de dobradiça in situ.

[001503] Preferencialmente, cada elemento de dobradiça de cada articulação de dobradiça tem largura média ou dimensões de altura, em se tratando de seções transversais em um plano perpendicular ao eixo de rotação, que são maiores do que 3 vezes, ou, mais preferencialmente, maiores que 5 vezes, ou, mais preferencialmente maiores do que 6 vezes a raiz quadrada da área de seção transversal média, como calculado ao longo de partes do comprimento de elemento de dobradiça que se deformam significativamente durante a operação normal. Isto ajuda a prover o elemento com complacência suficiente em se tratando de rotações sobre o eixo da dobradiça.

Orientação

[001504] Os elementos de dobradiça de cada par B201a/B201b, para articulação de dobradiça B201, e B203a/B203b, para articulação de dobradiça B203, são angulares entre si e, assim, orientados, em um plano substancialmente diferente. Em virtude de sua geometria, e, como mencionado acima, os elementos de dobradiça são comparativamente duros em se tratando de compressão/tração e/ou cargas de cisalhamento, mas são relativamente complacentes/flexíveis em se tratando de dobra em resposta a forças substancialmente normais e em resposta a um momento na direção do eixo de rotação B116. Isto significa que os elementos de dobradiça flexíveis podem efetivamente restringir o diafragma, em seus respectivos pontos de fixação ao diafragma, em se tratando de translações em qualquer direção paralela a, e que se encontram dentro de, seus respectivos planos.

[001505] A orientação dos elementos de dobradiça de cada par em um ângulo relativo ao outro, de tal forma que eles se encontrem em planos substancialmente diferentes, significa que, se cada elemento de dobradiça pode resistir a translações em seu plano, o conjunto de dobradiça geral levará a uma forte resistência à translação pura do diafragma em cada direção.

[001506] Pode ser possível atingir o desempenho adequado com o ângulo entre os planos dos elementos de dobradiça entre cerca de 20 e 160 graus, ou, mais preferencialmente, entre cerca de 30 e 150 graus, ou, mais preferencialmente, entre cerca de 50 e 130 graus, ou, ainda mais preferencialmente, entre cerca de 70 e 110 graus, mas é mais preferencial que o ângulo entre eles seja aproximadamente perpendicular/90 graus, ou seja, o par de elementos de dobradiça de cada articulação de dobradiça seja angular de forma substancialmente ortogonal entre si. Nesta modalidade, um elemento de dobradiça flexível de cada articulação de dobradiça se estende significativamente em uma primeira direção que é substancialmente perpendicular ao eixo de rotação.

[001507] Para a estrutura de dobradiça consistir na primeira articulação de dobradiça B201 com um par de elementos de dobradiça flexíveis B201a e B201b, o eixo de rotação B116 é, aproximadamente, localizado no ou é aproximadamente colinear com o cruzamento dos planos ocupados por cada elemento de dobradiça flexível, e/ou no cruzamento entre os elementos de dobradiça. Para a outra estrutura de dobradiça consistindo na articulação de dobradiça B203 com elementos de dobradiça flexíveis B203a e B203b, o eixo de rotação também é aproximadamente localizado no cruzamento dos planos ocupados por estes dois elementos de dobradiça flexíveis. Para assegurar uma baixa frequência fundamental (W_n) do diafragma, o alinhamento dos eixos definidos por cada uma das duas articulações de dobradiça B201 e B203, em cada lado do transdutor de áudio, é substancialmente colinear. Nesta modalidade, cada elemento de dobradiça flexível B201a, B201b, B203a e B203b do conjunto de dobradiça é suficientemente amplo na direção de dito eixo de rotação B116 para suficientemente resistir a tensão/compressão e forças de cisalhamento no plano de cada articulação flexível assegurando que cada uma das duas estruturas de articulação de dobradiça resultante tenha um alto grau de rigidez em três dimensões com relação ao movimento de translação. Cada

articulação de dobradiça também provê um grau relativamente alto de complacência de rotação sobre o eixo de rotação comum das estruturas B116. A combinação das duas articulações de dobradiça, em conjunto, provê um conjunto de dobradiça que operativamente apoia o conjunto de diafragma com relação à estrutura de base do transdutor, permitindo uma frequência fundamental relativamente baixa (W_n) e é suficientemente rígida em se tratando de todos os outros modos de rotação e todos os modos de translação.

Localização

[001508] Preferencialmente, a estrutura de diafragma está em grande proximidade/intimamente associada ao conjunto de dobradiça, para, assim, minimizar a distância entre os elementos de dobradiça flexíveis e a estrutura de diafragma e criar uma conexão mais rígida entre eles dentro da FRO do transdutor, que é menos propensa à flexão, afetando negativamente o desempenho com relação aos modos de ressonância de rompimento indesejados. Por exemplo, o corpo ou estrutura de diafragma podem ser diretamente conectados/diretamente adjacentes às respectivas extremidades dos elementos de dobradiça. Em outros exemplos, o corpo ou estrutura de diafragma não podem ser conectados diretamente, mas o componente entre eles compreende uma dimensão que possibilita que o corpo do diafragma permaneça em estreita associação com o elemento de dobradiça.

[001509] Preferencialmente, a distância do corpo ou estrutura de diafragma para um ou ambos dentre os elementos de dobradiça flexíveis é inferior à metade da distância máxima do diafragma para o eixo de rotação, ou, mais preferencialmente, inferior a $1/3$ da distância máxima do diafragma mais distal da periferia externa/extremidade terminal para o eixo de rotação, ou, mais preferencialmente, inferior a $1/4$ da distância máxima do diafragma mais distal da periferia externa/extremidade terminal para o eixo de rotação. De forma similar, a estrutura de base do transdutor está em grande

proximidade/intimamente associada ao conjunto de dobradiça, para, assim, minimizar a distância entre os elementos de dobradiça flexíveis e a estrutura de diafragma e criar uma conexão mais rígida entre eles dentro da FRO do transdutor, que é menos propensa à flexão, afetando negativamente o desempenho com relação aos modos de ressonância de rompimento indesejados. Por exemplo, a estrutura de base do transdutor pode ser diretamente conectada/diretamente adjacente às respectivas extremidades dos elementos de dobradiça. Em outros exemplos, a estrutura de base do transdutor não pode ser conectada diretamente, mas o componente entre ela compreende uma dimensão que possibilita que o corpo ou a estrutura de diafragma permaneça em estreita associação com os elementos de dobradiça.

[001510] Em uma implementação preferencial, o componente de geração de força do mecanismo de transdução, por exemplo, uma bobina de motor B106, está diretamente conectado ao diafragma, em oposição, por meio de um braço de alavanca ou dobradiça, etc., a fim de promover e facilitar o comportamento de liberdade de grau único do sistema de transdutor de áudio.

[001511] As duas articulações de dobradiça B201 e B203 estão localizadas a uma distância razoável, com relação à largura do corpo do diafragma B215. O lado externo da primeira articulação de dobradiça B201 que se conecta ao bloco B205 está localizado no plano B217 e do lado externo da segunda articulação de dobradiça B203 que se conecta ao bloco B206 está localizado no plano B218. Preferencialmente, estes planos B217 e B218 são paralelos e localizados de qualquer lado de um plano sagital central do corpo de diafragma B119 em uma forma montada. Preferencialmente, pelo menos parte de uma articulação de dobradiça de flexão B201 é localizada fora de um plano B219 localizado a uma distância de 20% da largura do corpo do diafragma B215, deslocada do plano sagital central do corpo do diafragma B119, e pelo menos uma parte de pelo

menos uma articulação de dobradiça de flexão B203 é localizada fora de um plano B220 localizado a uma distância de 20% da largura do corpo do diafragma B215, deslocada do outro lado do plano sagital central. Ao espaçar as articulações de dobradiça de flexão devidamente separadas ou ao ter uma articulação de dobradiça suficientemente ampla no caso em que há apenas uma, o conjunto de dobradiça provê rigidez adicional e apoio para o conjunto de diafragma B101 com relação aos modos de rotação do diafragma que não é o modo de rotação fundamental do diafragma (W_n). Em geral, há dois de tais modos de rotação, ambos com eixos de rotação, em geral, sendo substancialmente perpendiculares ao eixo de rotação fundamental do diafragma B116, e ambos, em geral, substancialmente perpendiculares entre si. Estes podem ser identificados usando uma análise de elementos finitos de um modelo de computador deste transdutor, semelhante à análise conduzida na modalidade A dentro deste relatório descritivo.

[001512] Neste exemplo, o par de articulações de dobradiça é configurado para se localizar adjacente as bordas laterais da estrutura/conjunto de diafragma in situ. O par de articulações de dobradiça B201 e B203 é preferencialmente conectado à estrutura de diafragma em pelo menos duas localizações amplamente espaçadas sobre a estrutura de diafragma, em comparação à largura do corpo do diafragma B215. Se as articulações de dobradiça forem conectadas em localizações que não são amplamente espaçadas, então, elementos de dobradiça adicionais, flexões ou mecanismos são preferencialmente incorporados, de tal forma que as conexões sejam feitas em pelo menos duas localizações amplamente espaçadas para o conjunto de diafragma. Da mesma forma, um conjunto de dobradiça de flexão compreendendo um par de articulações de dobradiça é, preferencialmente, conectado a pelo menos duas localizações amplamente espaçadas na estrutura de base do transdutor, em comparação à largura do corpo do diafragma. Se o conjunto de dobradiça de flexão for anexado a

uma localização (ou localizações) que não são amplamente espaçadas, então, preferencialmente, elementos de dobradiça adicionais, flexões ou mecanismos são preferencialmente incorporados em conjunto, de tal forma que as conexões sejam feitas em pelo menos duas localizações amplamente espaçadas para o conjunto de diafragma. As articulações de dobradiça podem ser localizadas nos ou próximas aos lados periféricos da estrutura ou conjunto do diafragma, e/ou próximas aos lados periféricos da estrutura de base do transdutor.

[001513] Nesta modalidade, cada articulação de dobradiça está localizada em qualquer lado do diafragma. Preferencialmente, uma primeira articulação de dobradiça está localizada próxima à primeira região de canto de uma face da extremidade do diafragma, e a segunda articulação de dobradiça está localizada próxima a uma segunda região de canto oposta da face da extremidade, e em que as articulações de dobradiça são substancialmente colineares. Preferencialmente, cada articulação de dobradiça está localizada a uma distância de um plano sagital central do diafragma, que é pelo menos 0,2 vez a largura do corpo do diafragma.

[001514] Apreciar-se-á que, em algumas modalidades, uma única articulação de dobradiça compreendendo um par de elementos de dobradiça flexíveis pode se estender a uma porção substancial da estrutura ou conjunto do diafragma, de tal forma que ele seja rigidamente anexado a pelo menos duas localizações amplamente espaçadas sobre a estrutura/conjunto do diafragma e/ou na estrutura de base do transdutor.

Conexão

[001515] Cada elemento de dobradiça B201a, B201b, B203a e B203b é rigidamente conectado ao conjunto de diafragma B101 em uma borda, e em uma borda oposta rigidamente conectada à estrutura de base do transdutor B120. Neste exemplo, cada par de elementos de dobradiça é conectado de forma rígida à estrutura de base do transdutor por meio de blocos de conexão B205 e B206. Estas conexões (por exemplo, entre os

elementos de dobradiça e a armação de base do diafragma, entre os elementos de dobradiça e os blocos de conexão) podem ser feitas por meio de um adesivo, tal como resina epóxi, ou por soldagem ou por fixação usando fixadores, ou por um número de outros métodos, incluindo qualquer combinação destes, como é bem conhecido na técnica da engenharia mecânica. É preferencial, que a geometria que é usada para conectar tanto a estrutura de diafragma aos elementos de dobradiça de flexão, quanto também os elementos de dobradiça à estrutura de base do transdutor não sejam longos, fina e delgada (por exemplo, como um braço de alavanca) em uma direção lateral e, em vez disso, seja curta, compacta e talvez triangulada (usando estruturas do tipo treliça) nessa direção. Preferencialmente, o diafragma é rígida e operativamente acoplado a um ou ambos dentre os elementos de dobradiça sem um braço de alavanca. Por exemplo, nesta modalidade, a armação de base do diafragma é usada para conectar a estrutura de diafragma aos elementos de dobradiça. A armação de base é substancialmente curta e compacta na, pelo menos, direção lateral (ou seja, através da interface de conexão, mas não necessariamente ao longo da interface de conexão). Da mesma forma, os blocos de conexão que conectam os elementos de dobradiça ao restante da estrutura de base do transdutor são pelo menos substancialmente curtos e compactos na, pelo menos, direção lateral (através da interface de conexão). Em outras palavras, é preferencial que os elementos de dobradiça sejam intimamente associados tanto à estrutura de diafragma quanto à estrutura de base do transdutor. Por exemplo, os elementos de dobradiça podem ser localizados diretamente adjacentes à estrutura de diafragma e à estrutura de base do transdutor. Estes tipos de geometria ajudam a impedir que flexão ocorra nestas áreas que podem contribuir para que modos de rompimento ocorram dentro da FRO. Os materiais usados para estas estruturas também devem ser rígidos, com um módulo de Young preferencialmente superior a 8 GPa e, mais preferencialmente, superior a 20 GPa.

[001516] Além disso, para facilitar uma conexão substancialmente rígida entre cada articulação de dobradiça e a estrutura ou o corpo do diafragma, o tamanho da conexão é, preferencialmente, suficientemente grande em relação ao tamanho da face da extremidade da estrutura ou do corpo do diafragma (à qual a articulação está conectada). Preferencialmente, pelo menos uma dimensão de tamanho da conexão que é paralela a duas dimensões ortogonais da face da extremidade é suficientemente grande. Preferencialmente, duas dimensões de tamanho ortogonais da conexão são suficientemente grandes. Por exemplo, preferencialmente, a uma ou mais articulações de dobradiça são conectadas a pelo menos uma superfície ou periferia do diafragma, e pelo menos uma dimensão de tamanho geral de cada conexão é maior do que $1/6$, ou, mais preferencialmente, é maior do que $1/4$, ou, mais preferencialmente, é maior do que $1/2$ da dimensão correspondente da superfície ou periferia associada. Por exemplo, a placa principal B303 da armação de base do diafragma (que conecta as articulações de dobradiça ao diafragma) acopla a face da extremidade da estrutura de diafragma e compreende uma altura e largura que são substancialmente similares à altura e à largura da face da extremidade da estrutura de diafragma. Além disso, a placa B304 da armação de base do diafragma acopla uma face principal B121 da estrutura de diafragma e compreende uma largura que é similar à largura da face principal, e um comprimento que é maior do que $1/16$ do comprimento da face principal.

[001517] O uso de adesivo no término de um elemento de dobradiça plano substancialmente uniforme pode não ser ideal em algumas circunstâncias em um transdutor de áudio. Mesmo quando o elemento de dobradiça for incorporado em uma fenda, o adesivo tende a formar pequenas rachaduras que, enquanto elas podem não causar falha completa, geram chiado que pode ser mecanicamente amplificado se acoplado a um diafragma leve e mal amortecido.

[001518] Um elemento de dobradiça pode, alternativamente, ser fixado em uma fenda sem o uso de adesivo e ainda atingir alta excursão sem falha, entretanto, isto tende a resultar em chiado e geração de ruído que também, novamente, é mecanicamente amplificado se acoplado a um diafragma leve e mal amortecido.

[001519] Portanto, conectar os elementos de dobradiça por meio de adesivo pode ser indesejável em algumas modalidades, pois ele pode atuar como uma limitação na excursão do diafragma.

[001520] Em uma configuração alternativa do conjunto de dobradiça da presente invenção, o primeiro e o segundo elementos de dobradiça flexíveis de paredes finas de cada par de articulações de dobradiça engrossa e/ou alarga-se em direção a suas bordas/limites terminais B210/B211, onde elas se conectam ao conjunto de diafragma/armação de base do diafragma e B208/B209, onde eles se conectam ao bloco de conexão/estrutura de base do transdutor. O espessamento e/ou alargamento preferencialmente não envolve nenhuma mudança no material de aço/cerâmica etc., dos elementos de dobradiça flexíveis, ou seja, é todo formado a partir de uma única peça de material uniforme. Alternativamente, dito espessamento pode ser implementado por meio de uma forte ligação a outro material forte, tal como por soldagem ou brasagem.

[001521] O espessamento e/ou alargamento em direção às bordas terminais resultam em uma redução no nível de estresse dentro dos componentes de flexão fortes e rígidos, de tal modo que, no tempo que o estresse atingir pontos de adesão/fixação etc. no diafragma e na estrutura de base do transdutor, eles sejam muito reduzidos. Isto impede que o alto estresse seja transmitido em áreas de adesão e/ou de fixação localizadas e resultando em falha localizada do adesivo ou chiado em uma fixação.

[001522] É preferencial que ditas seções mais grossas e/ou mais amplas dos elementos de dobradiça tenham área de superfície suficiente,

adequada para a ligação ao diafragma e/ou à estrutura de base do transdutor. O espessamento pode ser mais preferencial para o alargamento uma vez que o estresse interno seja reduzido de forma mais confiável em toda a região de adesão ou de fixação. Além disso, o espessamento e/ou alargamento preferencialmente ocorre de forma gradual e regular (ou seja, afunilada de forma regular), a fim de minimizar os cantos afiados e tais geometrias que podem criar "criadores de tensão", assim, limitando a excursão de diafragma máxima.

[001523] Referindo-se às Figuras B2a-e, neste exemplo, o elemento de dobradiça flexível B201a se conecta à armação de base do diafragma na localização B210, em que a espessura da seção transversal do elemento fica gradualmente/progressivamente mais grossa (ou seja, é afunilada) com o uso de pequenos raios em qualquer lado deste local. Da mesma forma, onde o elemento de dobradiça flexível B201b se conecta ao diafragma na localização B211, a espessura da seção transversal do elemento também fica gradualmente/progressivamente mais grossa (ou seja, é afunilada), com o uso de raios pequenos. Novamente, onde os elementos de dobradiça flexíveis B201a e B201b se conectam ao bloco correspondente B205 em localizações B209 e B208, respectivamente, as espessuras destes elementos são aumentadas pelo uso de raios pequenos. Em todas estas conexões, o espessamento gradual da seção transversal minimiza a criação de geometrias de aumento de estresse. Um aumento semelhante na espessura também é exibido para os elementos de dobradiça flexíveis B203a e B203b da segunda articulação de dobradiça B203.

[001524] A seção 3.3.2 abaixo destaca as possíveis variações de conjunto de dobradiça que podem ser, de outra forma, empregadas na modalidade B do transdutor de áudio.

3.3.1c Armação de Base do Diafragma

[001525] Neste exemplo, a estrutura de diafragma é apoiada pela

armação de base do diafragma ao longo de ou perto de uma extremidade que deva ser diretamente anexada ao conjunto de dobradiça em uso, e a armação de base do diafragma é direta ou intimamente anexada a um ou ambos os elementos de dobradiça. Preferencialmente, a armação de base do diafragma é disposta para facilitar uma conexão rígida entre a estrutura de diafragma e as articulações de dobradiça. A armação de base do diafragma pode ser considerada como parte do conjunto de diafragma ou parte do conjunto de dobradiça, ou, preferencialmente, ambos. Respectivas extremidades dos elementos de dobradiça de cada articulação de dobradiça são rigidamente acopladas à armação de base do diafragma. A armação de base, neste exemplo, compreende um canal longitudinal que recebe e rigidamente se conecta a uma face da extremidade da estrutura de diafragma.

[001526] Referindo-se à Figura B3, nesta modalidade, a armação de base do diafragma compreende um segundo canal que é angular de forma aguda em relação ao primeiro canal configurado para acoplar a estrutura de diafragma. O segundo canal é configurado para acoplar à bobina/componente gerador de força B106. Apreciar-se-á que o ângulo entre os canais corresponde à orientação relativa da face da extremidade da estrutura de diafragma e da bobina. O primeiro canal conectado à face da extremidade do diafragma compreende uma seção transversal substancialmente no formato de L, de tal forma que o canal possa se conectar à face da extremidade e uma face principal adjacente a estrutura de diafragma in situ, assim, melhorando a rigidez da conexão. Uma pluralidade de placas de reforço laterais B301, B306 se estende dentro do segundo canal e se conecta à bobina/componente gerador de força B106 do conjunto de diafragma para se conectar de forma rígida em localizações distribuídas ao longo do comprimento longitudinal da bobina, assim, melhorando também a rigidez da conexão entre eles.

[001527] Neste exemplo, a armação de base do diafragma

compreende um par de placas de extremidade arqueada B301 localizadas em qualquer extremidade da armação de base do diafragma longitudinal. Cada placa B301 compreende uma borda livre terminal substancialmente arqueada/curva. Em um lado externo de cada placa de extremidade arqueada e estendendo-se lateralmente daí está uma aresta de reforço triangular B302. Neste exemplo, o conjunto compreende, adicionalmente, uma placa arqueada intermediária/central adicional B306 espaçada a partir de e se estendendo paralelamente às placas de extremidade arqueada B301. Em algumas modalidades, pode haver duas ou mais placas intermediárias B306 espaçadas entre as placas de extremidade B301. Uma placa de base principal B303 se estende longitudinalmente ao longo da largura da armação de base do diafragma e corresponde à largura da estrutura de diafragma. As placas de extremidade de estendem lateralmente de um lado da placa de base principal B303. Uma placa de escora inferior B304 se estende lateralmente a partir de uma borda longitudinal da placa de base principal B303 de um lado oposto às placas arqueadas B301, B303. A placa de escora inferior B304 localiza-se adjacente aos elementos de dobradiça flexíveis B201a, B201b, B203a e B203b do conjunto B107. A placa de base principal B303 também se estende ao longo de uma porção substancial da largura da armação de base do diafragma. Uma placa de escora superior B305 se estende lateralmente a partir de uma borda longitudinal da placa de base principal B303, oposta à borda da qual a placa de escora inferior B304 se estende, e em uma direção oposta à placa de escora superior B304. A placa de escora superior B305 se estende ao longo de uma porção da borda arqueada de cada placa arqueada B301, B303. A escora superior também se estende longitudinalmente ao longo de uma porção substancial da largura da armação de base do diafragma. Uma placa de base inferior B307 que se estende longitudinalmente ao longo de uma porção substancial da largura da armação de base do diafragma se localiza adjacente a uma parte inferior

das placas arqueadas B301, B303 substancialmente em alinhamento com os reforços triangulares B302. A placa de base inferior se estende de uma região central do conjunto de dobradiça adjacente à conexão com os elementos de dobradiça flexíveis B201a, B201b, B203a e B203b.

[001528] A placa de escora inferior B304 e a placa de base principal B303 forma o primeiro canal entre elas para acomodar e se conectar à extremidade de base da estrutura de diafragma. A placa de base inferior B307 e a placa de base principal B303 formam o segundo canal entre elas no lado oposto do primeiro canal para acomodar e se conectar às duas placas de extremidade arqueada B301, à placa arqueada central B306 e à placa de escora superior B305, e estes quatro componentes B301, B306 e B305, por sua vez, acomodam e se conectam à bobina B106.

[001529] Referindo-se à Figura B1f, em um estado montado do transdutor de áudio, enrolamentos de bobina B106 são anexados de forma rígida à armação de base do diafragma do conjunto de dobradiça B107. Os lados curtos de enrolamento de bobina B109 são anexados a duas placas de extremidade arqueada B301. Os lados longos de enrolamento de bobina B108 e B117 estão anexados às placas de extremidade arqueada B301 e também à placa arqueada central B306. Os lados longos de enrolamento de bobina B108 são anexados à borda da placa de escora superior E305. Estas peças podem ser anexadas usando um agente adesivo, tal como um adesivo de resina epóxi. Outros métodos de acoplamento também são possíveis.

[001530] A combinação dos componentes de armação de base do diafragma, incluindo: placas de extremidade B301, reforços triangulares B302, placa de base principal B303, placa de escora inferior B304, placa de escora superior B305, arco mediano B306 e placa de base inferior B307, rigidamente aderidos aos enrolamentos de bobina B106 na região da base do corpo do diafragma, cria uma estrutura de base do diafragma que é substancialmente rígida, e não ressoa dentro da FRO do transdutor.

[001531] Embora a massa da armação de base do diafragma e dos enrolamentos B106 seja relativamente alta em comparação a outras partes do conjunto de diafragma B101, em função de a massa ser localizada perto do eixo de rotação B116, a inércia de rotação é reduzida.

[001532] As três placas arqueadas B301, B302 e B306 atuam como reforços de bobina e cada uma compreende um painel que se estende em uma direção perpendicular ao eixo de rotação. As bordas arqueadas de cada placa B301, B302 e B306 se conectam entre o primeiro lado longo da bobina B117 e o segundo lado longo da bobina B108. Cada placa de extremidade B301 e B302 está localizada perto e, preferencialmente, encosta cada um dos lados curtos B109 da bobina B106 e se estende, aproximadamente, da junção entre o primeiro lado longo da bobina B117 e o primeiro lado curto B109, até aproximadamente a junção entre o segundo lado longo da bobina B108 e o primeiro lado curto B109, e também se estende em uma direção perpendicular ao eixo de rotação. Se estas partes de armação de base do diafragma não forem feitas da mesma peça de material (como nesta modalidade, que é sinterizada como uma parte integral), então, um método de conexão rígido adequado é, preferencialmente, empregado, por exemplo, brasagem, soldadura, ou adesão usando um adesivo, tal como resina epóxi ou cianoacrilato. Se o adesivo for usado, então, deve ser tomado cuidado para assegurar que uma área de contato de tamanho razoável entre as partes a serem coladas seja usada, de tal modo que a complacência inerente ao adesivo não limite o desempenho do sistema.

[001533] Apreciar-se-á que, nesta modalidade, os lados longos B117 e B108 da bobina B106 não estão conectados a um molde, e, em vez disso, eles são suficientemente grossos, de modo a serem capazes de se apoiar em regiões entre os reforços de bobina. Entretanto, um molde também poderia ser usado em modalidades alternativas.

3.3.1d Blocos de Conexão

[001534] O conjunto de dobradiça B107 compreende, adicionalmente, o lado da estrutura de base do transdutor, conectando blocos B205 e B206. Os blocos de conexão são rigidamente anexados aos quatro elementos de dobradiça flexíveis finos B201a, B201b, B203a e B203b, conforme descrito anteriormente, e ligam o diafragma à estrutura de base do transdutor. O arranjo dos elementos de dobradiça de flexão B201a e B201b, aproximadamente perpendiculares entre si, forma uma articulação de dobradiça B201 em um lado do transdutor de áudio que se conecta ao bloco B205, e um arranjo similar dos elementos de dobradiça flexíveis B203a e B203b forma uma articulação de dobradiça B203 do outro lado que se conecta ao bloco B206, de tal forma que o diafragma é restrito para se mover de forma rotacional em torno de um eixo de rotação B116. A Figura B2e detalha a vista lateral do conjunto de dobradiça em um lado do transdutor de áudio.

[001535] Cada bloco de conexão B205, B206 é formado no formato de uma cunha com uma superfície substancialmente angular para acoplar as extremidades do respectivo par de elementos de dobradiça B201a/B201b, B203a/B203b. Outros formatos para os blocos de conexão também estão previstos. Em algumas modalidades, um único bloco de conexão pode ser provido que se conecta a ambos os pares de elementos de dobradiça.

[001536] Os blocos de conexão B205 e B206 podem ser anexados de forma rígida ao bloco de estrutura de base do transdutor B105 usando um agente adesivo, tal como um adesivo epóxi, por exemplo, ou por meio de qualquer outro método adequado conhecido na técnica. Caso contrário, cada bloco de conexão pode ser formado integralmente com o restante ou com outras partes da estrutura de base do transdutor. O bloco de estrutura de base do transdutor B105 pode ser feito a partir de alumínio em algumas configurações, mas outros materiais adequados também estão previstos. Esta armação de base do diafragma e blocos de conexão podem ser feitos

a partir de qualquer material rígido adequado, tal como alumínio sinterizado, mas poderiam ser feitos por outros materiais e usando métodos, tais como soldagem ou brasagem de partes menores juntas.

[001537] A armação de base do diafragma pode ser considerada para compreender todas as partes do conjunto de dobradiça B107 que estão sobre o lado do diafragma das flexões. Preferencialmente, todos os componentes da armação de base do diafragma são feitos de um material com um módulo de Young superior 8 GPa, ou, mais preferencialmente, superior a 20 GPa. Da mesma forma, os blocos de conexão são preferencialmente feitos de um material com um módulo de Young superior a 8 GPa, ou, mais preferencialmente, superior a 20 GPa.

3.3.1e Estrutura de Base do Transdutor e Geração de Força

[001538] O exposto a seguir descreve as configurações do conjunto de diafragma B101 e da estrutura de base do transdutor B120 da modalidade B do transdutor de áudio desta invenção. Entretanto, apreciar-se-á que o exposto acima descreveu o conjunto de dobradiça flexível B107 que pode ser incorporado em qualquer configuração do transdutor de áudio de ação rotacional adequada e a invenção não se destina a ser limitada à combinação de estruturas/conjuntos descritos para esta modalidade. Por exemplo, o conjunto de dobradiça B107 pode ser incorporado em qualquer uma das modalidades A, D, E, K, S, T, W ou X de transdutores de áudio descritos neste documento.

[001539] Referindo-se às Figuras B1e e B1f, a estrutura de base do transdutor B120 compreende um bloco de base B105 (preferencialmente feito de um material substancialmente rígido, tal como alumínio). O bloco de base B105 acomoda o conjunto de ímã em uma extremidade, e o conjunto de dobradiça B107 em uma extremidade oposta. O conjunto de ímã da estrutura de base do transdutor B120 compreende peças polares externas B104 e B103 (feitas de aço, por exemplo), ímã B102 mantido entre elas (feita a partir de neodímio - grau N52 de NdFeB, por exemplo) e partes de

peça polar interna B115 (feitas de aço doce, por exemplo). As peças polares externas B104 e B103 e o ímã B102 são empilhados sobre uma superfície plana substancialmente correspondente do bloco de base B105. As partes de polo internas B115 são curvas e configuradas para se localizar contra os membros de suporte curvos que se estendem lateralmente a partir de uma superfície superior do bloco de base. In situ, as partes de polo internas B115 localizam-se adjacentes, mas um pouco espaçadas das peças polares externas B104 e B103 para prover uma lacuna entre elas para a bobina B106. Em extremidades opostas do bloco de base, uma região escalonada/recesso acomoda e rigidamente acopla os blocos de conexão B205 e B206 do conjunto de dobradiça B107. As peças polares externas B104 e B103, as peças polares internas e os blocos de conexão B205 e B206 são todos aderidos por meio de um agente adesivo, tal como resina epóxi, ao bloco de base B105. O ímã B102 é aderido em qualquer superfície principal oposta à peça polar externa correspondente B104, B103 por meio de um agente adesivo adequado, tal como uma resina epóxi. Entretanto, outros métodos de acoplamento adequados são previstos para modalidades alternativas.

[001540] Neste exemplo, o ímã B102 é magnetizado, de tal forma que o polo norte está situado na face conectada à peça polar externa B103, e o polo sul está na face conectada à peça polar externa B104, mas apreciar-se-á que a configuração alternativa também pode ser adequada. O conjunto de diafragma B101 é configurado para girar sobre um eixo aproximado B116 de rotação em relação à estrutura de base do transdutor B120 durante a operação.

[001541] Com esta configuração, um circuito magnético é formado pelo ímã B102, pelas peças polares externas B103 e B104 e pelas duas peças polares internas B115 in situ. O fluxo é concentrado nas pequenas lacunas de ar entre as peças polares externas B103 e B104 e as peças polares internas B115. A direção do fluxo nas lacunas entre a peça polar

externa B103 e as peças polares internas B115 está, de modo geral, aproximadamente na direção do eixo de rotação B116. A direção do fluxo nas lacunas entre as peças polares internas B115 e as peça polar externa B104 está, em geral, aproximadamente longe do eixo de rotação B116. Apreciar-se-á que a direção de fluxo pode ser a oposta em modalidades alternativas. Neste exemplo, os enrolamentos de bobina B106 são enrolados a partir de fio de cobre revestido com esmalte em um formato retangular aproximadamente curvo, com dois lados B108 e B117 e dois lados curtos B109. In situ, o lado longo B108 está localizado aproximadamente na pequena lacuna de ar entre a peça polar externa B103 e peças polares internas B115, e o outro lado longo B117 está localizado na pequena lacuna de ar entre a peça polar externa B104 e as peças polares internas B115. Durante a operação, um sinal de áudio elétrico pode ser reproduzido através de enrolamentos de bobina, e a corrente ao longo do lado longo de enrolamento de bobina B108 viaja em uma direção oposta àquela no outro lado longo B117. O torque exercido por ambos os lados longos de enrolamento de bobina B108 e B117 está na mesma direção devido às direções de corrente e de fluxo descritas. O enrolamento de bobina B106 é grosso o suficiente e aderido junto com um adesivo, tal como epóxi, para ser relativamente rígido, de tal forma que modos de ressonância indesejados ocorram preferencialmente fora da FRO. Ele é grosso o suficiente tal que um molde de bobina não seja necessário, e isto significa que as lacunas de fluxo magnético sejam capazes de ser menores para aumentar a densidade de fluxo e melhorar a eficiência do transdutor de áudio, todo o resto sendo igual. Apreciar-se-á que estes aspectos dos ímãs e do enrolamento de bobina possam ser variados em modalidades alternativas, e a invenção não se destina a ser limitada a tais recursos.

[001542] A Figura B1e mostra uma seção transversal do transdutor de áudio, e a seção transversal dos lados longos de enrolamento

de bobina B108 e B117 sendo curvas em um raio centralizado no eixo de rotação B116 do conjunto de diafragma B101. O enrolamento de bobina está suspenso, de tal modo que, à medida que o diafragma gira durante a operação, um ângulo de deslocamento está disponível antes de os lados longos de enrolamento de bobina B108 e B117 começarem a sair da região das duas lacunas de fluxo magnético B122 entre as peças polares externas B103 e B104, e as peças polares internas B115. Desta forma, um alto grau de linearidade do torque de acionamento é atingido. As extremidades internas das peças polares externas B103 e B104, adjacentes as peças polares internas B115, são angulares ou curvas para corresponderem a um ângulo ou curva similar no lado interno das partes de polo internas B115. Esta configuração forma as duas lacunas de fluxo magnético aproximadamente curvas B122 entre as peças polares externas e internas para o enrolamento de bobina se estender através delas. Em particular, o enrolamento de bobina B106 tem uma forma substancialmente curva para corresponder à curvatura das lacunas B122. Desta forma, durante a rotação do diafragma, um torque substancialmente uniforme é aplicado ao diafragma independentemente da posição rotacional. As lacunas B122 estão alinhadas com um recesso curvo correspondente B123 no bloco de base B105, de tal forma que o enrolamento de bobina B106 possa se estender no bloco de base B115 durante a operação em algumas posições rotacionais do diafragma.

3.3.1f Estrutura de Diafragma

[001543] Neste exemplo, o conjunto de dobradiça compreendendo um par de elementos de dobradiça flexíveis em ambos os lados do conjunto apoia uma estrutura de diafragma que é relativa e substancialmente grossa. Por exemplo, o corpo do diafragma pode compreender uma espessura máxima que seja superior a 15% de seu comprimento a partir do eixo de rotação até a periferia mais distal do corpo do diafragma, ou, mais preferencialmente, uma espessura que seja superior a 20% de seu

comprimento a partir do eixo de rotação até a periferia mais distal do corpo do diafragma. De forma alternativa ou adicional, o corpo do diafragma pode compreender uma espessura máxima que seja superior a aproximadamente 11% da maior dimensão do corpo (por exemplo, um comprimento diagonal através do corpo), ou, mais preferencialmente, maior do que aproximadamente 14% da maior dimensão – conforme definido para a modalidade A na seção 2.2, por exemplo. Uma estrutura de diafragma relativamente grossa é necessária para prover uma geometria que é adequadamente resistente a modos de ressonância de flexão do diafragma. Quando usada em combinação com o conjunto de dobradiça, que é eficaz ao resistir a translações puras do diafragma, isto resulta em um transdutor de áudio que é particularmente resistente a modos de ressonância indesejáveis ao longo de uma ampla largura de banda. Neste exemplo, a espessura do corpo do diafragma B214 pode ser de cerca de 4,2 mm, o que poderia ser 28% do comprimento do corpo do diafragma, por exemplo. Esta espessura provê a estrutura com maior rigidez ajudando a pressionar modos ressonantes fora da faixa de operação. A geometria do corpo do diafragma é essencialmente plana. O plano coronal do corpo do diafragma B118 se estende substancialmente para fora do eixo de rotação B116, de tal forma que desloca um grande volume de ar conforme ele gira. Ele é afunilado para reduzir significativamente sua inércia rotacional, provendo a eficiência e desempenho de rompimento melhorados. Preferencialmente, o corpo do diafragma afunila do centro de massa B222 do conjunto de diafragma.

[001544] Nesta modalidade, o transdutor de áudio pode compreender uma estrutura de diafragma rígida, conforme descrito em relação à configuração R1 da estrutura de diafragma desta presente invenção, por exemplo. Recursos e aspectos da configuração R1 da estrutura de diafragma são descritos em detalhes na seção 2.2 deste relatório descritivo, o qual é por este meio incorporado como referência.

Apenas uma breve descrição desta estrutura de diafragma será dada abaixo por uma questão de concisão. Apreciar-se-á que esta estrutura de diafragma pode ser substituída por qualquer estrutura de diafragma, conforme descrito na configuração R1-R4 na seção 2.2 ou configurações R5-R7 na seção 2.3 deste relatório descritivo, sem se afastar do escopo da invenção.

[001545] Referindo-se às Figuras B1a-f, o transdutor de áudio incorporando o sistema de articulação B107 descrito acima compreende, adicionalmente, um conjunto de diafragma B101 com uma estrutura de diafragma compreendendo uma construção de diafragma de sanduíche. Esta estrutura de diafragma consiste em um corpo de diafragma/núcleo substancialmente leve B112 e um reforço de estresse normal externo B110/B111 acoplado ao corpo de diafragma adjacente a pelo menos uma das faces principais B121 do corpo de diafragma para resistir a estresses de compressão-tensão sofridos na ou adjacentes à face do corpo durante a operação. O reforço de estresse normal B110/B111 pode ser acoplado externo ao corpo e sobre pelo menos uma face principal B121 (como no exemplo ilustrado), ou, alternativamente, dentro do corpo, diretamente adjacente e substancialmente proximal a pelo menos uma face principal B121, de modo a resistir de maneira suficiente aos estresses de compressão-tensão durante a operação. O reforço de estresse normal compreende um membro de reforço B110/B111 em cada uma das faces frontal e posterior principais opostas B121 do corpo de diafragma B112 para resistir a estresses de compressão-tensão sofridos pelo corpo durante a operação.

[001546] A estrutura de diafragma ainda compreende pelo menos um membro de reforço interno B113 incorporado dentro do núcleo e orientado em um ângulo em relação a pelo menos uma dentre as faces principais B121 para resistir e/ou substancialmente mitigar a deformação por cisalhamento sofrida pelo corpo durante a operação. O(s) membro(s) de

reforço interno(s) B113 é/são preferencialmente anexado(s) a um ou mais dos membros de reforço de estresse normal externos B110/B111 (preferencialmente em ambos os lados – ou seja, em cada face principal). O(s) membro(s) de reforço interno(s) atua(m) para resistir e/ou mitigar a deformação por cisalhamento sofrida pelo corpo durante a operação. Preferencialmente, há uma pluralidade de membros de reforço internos B113 distribuídos dentro do núcleo do corpo do diafragma.

[001547] O núcleo B112 é formado de um material que compreende uma estrutura interconectada que varia em três dimensões. O material de núcleo é, preferencialmente, uma espuma ou um material estruturado em treliça tridimensional ordenado. O material de núcleo pode compreender um material composto. Preferencialmente, o material de núcleo é espuma de poliestireno expandida.

[001548] Em algumas modalidades, o reforço de estresse interno da estrutura de diafragma deste transdutor exemplar pode ser eliminado.

[001549] Esta estrutura de diafragma é otimizada para minimizar ressonâncias indesejadas ao funcionar particularmente bem em combinação com o conjunto de dobradiça flexível descrito acima, uma vez que este tipo de dobradiça é capaz de prover um alto grau de apoio contra deslocamentos de translação, em pelo menos uma direção, sem comprometer a complacência de rotação e/ou a excursão máxima.

[001550] Nesta configuração, o reforço interno aborda a ressonância de rompimento do diafragma ao minimizar o cisalhamento interno. O conjunto de dobradiça provê resistência a translações, assim, abordando modos de ressonância de rompimento de todo o diafragma, ao também permitir alta excursão de diafragma e baixa frequência de ressonância fundamental.

[001551] Neste exemplo da modalidade B, a estrutura de diafragma compreende quatro membros de reforço interno B113 laminados entre as cinco cunhas do núcleo de baixa densidade B112 e ao lado das

quatro abas de ângulo angular B114. Estas partes são anexadas usando qualquer método adequado para conexão rígida, tal como usando um agente adesivo, por exemplo adesivo epóxi. O reforço de estresse normal compreendendo escoras paralelas finas B111 que são anexadas a uma face principal B121 do corpo de diafragma, alinhando-se com os vários membros de reforço interno B113 e se conectando à placa de escora superior B305. O reforço de estresse normal adicional compreendendo duas escoras diagonais B110 está anexado em uma configuração cruzada, através da mesma face principal B121 do corpo de diafragma e sobre o topo das escoras paralelas B111, e também se conectando à placa de escora superior B305. Na outra face principal B121 do corpo de diafragma, as escoras B110 e B111 também estão anexadas de forma semelhante, exceto ao se conectar à placa de base inferior B307. As escoras são preferencialmente feitas de uma fibra de carbono de módulo ultra alto, por exemplo, Mitsubishi Dialead, com um módulo de Young de cerca de 900 Gpa (sem o aglutinante de matriz). Estas partes são anexadas entre si usando qualquer método de conexão adequado, tal como usando um agente adesivo, por exemplo adesivo epóxi. Apreciar-se-á que outras formas de reforço interno e externo, material de núcleo e métodos de anexação são possíveis, conforme definido para a configuração R1-R4 das estruturas de diafragma.

[001552] A estrutura de diafragma é acoplada ao conjunto de dobradiça B107 da seguinte maneira. Uma face de extremidade do corpo de diafragma (na extremidade mais grossa do corpo de diafragma, incluindo faces de quatro abas de ângulo B114) é rigidamente acoplada à placa de base principal B303 da armação de base de diafragma do conjunto de dobradiça B107. O reforço de estresse normal compreendendo escoras paralelas finas B111 está conectado à placa de escora superior B305. O reforço de estresse normal adicional compreendendo duas escoras diagonais B110 também é anexado à placa de escora superior B305. Em

outra face principal B121, as escoras B110 e B111 são anexadas à placa de base inferior B307 do conjunto de dobradiça.

[001553] O uso de escoras de módulo relativamente alto/rígidas B110 e B111, conectadas no lado de fora de um núcleo de corpo de diafragma de baixa densidade grosso B112 provê uma estrutura composta útil em termos de rigidez do diafragma, novamente, devido à geometria grossa maximizando o segundo momento de vantagem de área associada à separação atingida entre as escoras nas faces frontal versus posterior.

[001554] Durante a operação, o corpo de diafragma B112 desloca o ar à medida que ele gira/oscila, e, como tal, é necessário que seja significativamente não poroso. Neste exemplo, o corpo de diafragma é formado a partir de uma espuma EPS devido ao seu módulo específico razoavelmente alto e também em função de ele ter uma baixa densidade de 16 kg/m³. O material de núcleo do corpo de diafragma, preferencialmente, não compreende grandes oclusões em locais críticos, tais como perto da ponta do diafragma. As características de material EPS ajudam a facilitar a melhoria do rompimento de diafragma. O desempenho de rigidez permite que o núcleo B112 proveja algum apoio para as escoras de fibra de carbono finas B110 e B111, as quais são tão finas que, sem o núcleo B112, elas sofreriam ressonâncias transversais localizadas em frequências dentro da FRO. Os membros de reforço interno laminados B113 proveem rigidez de cisalhamento de diafragma melhorada. A orientação do plano de cada membro de reforço interno é, preferencialmente, aproximadamente paralela à direção em que o diafragma se move e também aproximadamente paralela ao plano longitudinal do corpo de diafragma B119. Para os membros de reforço interno B113 auxiliarem à rigidez de cisalhamento do corpo de diafragma, conexões razoavelmente rígidas precisam ser feitas às escoras de fibra de carbono paralelas B111 colocadas em qualquer lado de cada membro de reforço interno. Além disso, na extremidade de base do diafragma, a conexão dos membros de reforço interno B113 à placa de

base principal B303 é, preferencialmente, rígida, e para auxiliar esta rigidez, abas de ângulo B114 são usadas. Cada aba B114 tem uma grande área de superfície adesiva para se conectar a cada membro de reforço interno B113, e forças de cisalhamento são transferidas em torno do canto da aba, cujo outro lado é outra grande área de superfície adesiva que está conectada à placa de base principal B303.

[001555] Nesta modalidade, a configuração de sistema de dobradiça é tal que a estrutura de diafragma é orientada para se estender em um ângulo em relação ao eixo longitudinal da estrutura de base do transdutor, na posição/estado neutro do conjunto de diafragma. Este ângulo é preferencialmente obtuso, mas pode ser substancialmente ortogonal ou mesmo agudo. A orientação relativa entre o corpo de diafragma e a estrutura de base de transdutor afeta o tamanho total do transdutor de áudio para prover um dispositivo mais compacto. Neste exemplo em particular, o transdutor de áudio pode ser de dimensões relativamente pequenas: a largura de corpo de diafragma B215 e o comprimento de corpo de diafragma B213 (conforme medido a partir do eixo de rotação) podem ambos ter aproximadamente 15 mm, por exemplo. Entretanto, muitos outros tamanhos também são possíveis, dependendo da aplicação e da FRO necessária e a invenção não se destina a ser limitada a estas dimensões.

3.3.1g Alojamento de Estrutura de Diafragma

[001556] A Figura B4 (a-f) mostra a "modalidade B" do transdutor de áudio mostrado na Figura B1 (a-f) montado a um alojamento de diafragma compreendendo um envoltório B401, uma grade principal B402 e dois reforços laterais B403. Em uma forma montada do transdutor de áudio, o alojamento de diafragma substancialmente envolve a estrutura de diafragma B101 e a estrutura de base do transdutor. O envoltório pode ser feito de um material plástico, tal como um plástico de policarbonato e a grade principal e os reforços laterais podem ser feitos de alumínio prensado

e estampado. Alternativamente, estas partes poderiam ser feitas por outro processo, tal como corte a laser ou sinterização, e a grade principal e os reforços laterais mais duros poderiam ser moldados por inserção no envoltório. Alternativamente, todas estas partes poderiam ser combinadas em uma única parte integral feita de um material, tal como alumínio, e sinterizadas. Outros materiais, configurações e processo também são possíveis e a invenção não se destina a ser limitada a estes exemplos.

[001557] Uma superfície interna do envoltório B401 é rigidamente acoplada a uma superfície externa correspondente do bloco de base B105 da estrutura de base do transdutor usando qualquer método adequado. Neste exemplo, um agente adesivo, tal como adesivo epóxi é usado para acoplar o envoltório B401 ao bloco de base B105. A superfície interna do envoltório também é, preferencialmente, acoplada rigidamente a superfícies externas da peça polar externa B103 e ao ímã B102. O envoltório é moldado e dimensionado em relação à estrutura de base do transdutor e a estrutura de diafragma, de tal modo que, em um estado montado, há uma lacuna de ar relativamente pequena B406 (em comparação ao tamanho total de todo o conjunto de transdutor de áudio), de cerca de 0,01 mm a 1 mm, por exemplo, de 0,3 mm (entretanto, apreciar-se-á que o tamanho desta lacuna depende da aplicação), entre os lados da estrutura de diafragma e o envoltório B401 e também a lacuna de ar relativamente pequena B405 entre a ponta do diafragma e o envoltório B401 (por exemplo, uma lacuna de tamanho semelhante àquela adjacente aos lados).

[001558] A vista em seção transversal da Figura B4e mostra que o envoltório B401 tem uma superfície curva na extremidade configurada para se localizar adjacente (com uma pequena lacuna de ar B405) à ponta do corpo de diafragma. O centro do raio desta curva é localizado aproximadamente no eixo de rotação B116 do transdutor de áudio, de tal forma que, à medida que o diafragma gira, uma lacuna de ar substancialmente uniforme B405 é mantida entre o envoltório e a

extremidade/ponta livre do corpo de diafragma. As lacunas de ar B406 e B405 são pequenas para impedir que quantidades significativas de ar atravessem, devido ao diferencial de pressão existente durante a operação normal.

[001559] O envoltório B401 tem paredes que atuam como uma barreira ou defletor, reduzindo o cancelamento da radiação da frente do diafragma por radiação de anti-fase a partir da parte posterior. Note que, dependendo da aplicação, o alojamento do transdutor (ou outros componentes de defletor) também podem ser desejáveis para adicionalmente reduzir o cancelamento da radiação sonora para frente e para trás.

[001560] A grade principal B402 e dois reforços laterais B403 são rigidamente anexados usando qualquer método adequado, tal como por meio de um adesivo epóxi, ao envoltório B401 ou são, alternativamente, integralmente formados com o envoltório. A grade principal e dois reforços laterais também estão rigidamente anexados à estrutura de base do transdutor. Em função destes componentes de alojamento de diafragma serem todos rigidamente anexados à estrutura de base do transdutor, a estrutura combinada, sendo o conjunto de estrutura de base, é suficientemente rígida para que modos de ressonância adversos possam ocorrer acima da FRO. Para conseguir isso, em geometria geral da estrutura combinada é preferencialmente curta e compacta. Além disso, a região do alojamento do diafragma que se estende em torno do diafragma é enrijecida pelo uso de escoras de alumínio trianguladas incorporadas na grade principal B402 e reforços laterais B403 que formam uma caixa rígida que apoia o componente plástico do envoltório B401.

[001561] Como descrito acima, a estrutura de base do transdutor é rigidamente montada em um alojamento de diafragma com uma lacuna estreita B405 e B406 em torno do diafragma, a fim de vedar de forma eficaz contra o ar que se move da frente para trás. O alojamento de diafragma é

feito a partir de um ou mais materiais estruturais, dos quais pelo menos um, preferencialmente, um alto módulo específico, tal como um metal como alumínio ou magnésio, a fim de que dito alojamento de diafragma possa ser feito para ser suficientemente rígido. Preferencialmente, este material tem um módulo específico de pelo menos $8 \text{ MPa}/(\text{kg}/\text{m}^3)$ ou, mais preferencialmente, pelo menos $20 \text{ MPa}/(\text{kg}/\text{m}^3)$. Preferencialmente, quando rigidamente montado a dito transdutor de áudio, tanto os modos de ressonância de alojamento de diafragma quanto também de ressonâncias de sistema de alojamento de diafragma/transdutor de áudio ocorrem em altas frequências, preferencialmente em frequências além da FRO, e, conseqüentemente, degradação de áudio, causada por quaisquer ressonâncias transmitidas para o diafragma leve por meio de dita montagem rígida, então, por meio de dito conjunto de dobradiça rígido e, então, mecanicamente amplificado em virtude da leveza do diafragma, não é significativamente audível.

[001562] Nesta modalidade, a estrutura de diafragma compreende uma periferia que está pelo menos parcialmente livre de conexão física com um interior da estrutura circundante, sendo o alojamento de diafragma/estrutura de base do transdutor neste exemplo. Uma periferia livre de conexão física em relação a uma estrutura de diafragma é descrita em detalhes na seção 2.3 do presente relatório descritivo. Neste exemplo, aproximadamente toda a periferia da estrutura de diafragma é livre de conexão física com o alojamento e espaçada da parede interior do alojamento, conforme mostrado pelas lacunas. Entretanto, em algumas variações, a periferia da estrutura do diafragma pode ser apenas parcialmente livre de conexão física com o alojamento, mas ainda significativamente livre de conexão física. Por exemplo, uma ou mais regiões periféricas da estrutura do diafragma podem estar livres de conexão física com o interior do alojamento, e coletivamente a uma ou mais regiões periféricas constituem aproximadamente pelo menos 20 por cento do

comprimento ou do perímetro da periferia da estrutura do diafragma para que a periferia esteja significativamente livre de conexão física. Preferencialmente, a uma ou mais regiões periféricas livres da conexão física com o interior do alojamento constituem aproximadamente pelo menos 30 por cento da periferia externa. Mais preferencialmente, a periferia externa da estrutura do diafragma está substancialmente livre de conexão física, tal como ao longo de pelo menos 50 por cento do comprimento ou do perímetro da periferia externa, ou, mais preferencialmente, ao longo pelo menos 80 por cento do comprimento ou do perímetro da periferia externa.

[001563] Em outra configuração, o transdutor de áudio da modalidade B não compreende um alojamento de diafragma, e o transdutor de áudio é acomodado em um alojamento do transdutor por meio de um sistema de montagem de desacoplamento, por exemplo, similar ao alojamento e ao sistema de montagem de desacoplamento descritos com relação à modalidade A ou à modalidade E, conforme descrito na seção 4.2 ou, de outra forma, qualquer sistema de montagem de desacoplamento projetado de acordo com os princípios destacados na seção 4.3 deste relatório descritivo.

3.3.2 Sistemas de Dobradiça Alternativos

[001564] Variações de conjuntos de dobradiça que podem ser usados em um sistema de dobradiça de flexão, que é projetado de acordo com os princípios descritos para o conjunto de dobradiça B107 da modalidade B do transdutor de áudio, serão agora descritas com referência às Figuras C1-C11. A menos que indicado em contrário, os recursos do conjunto de dobradiça B107 também se aplicam às seguintes variações e, na maioria dos casos, apenas as diferenças serão descritas por uma questão de concisão. Por exemplo, a maioria destas variações não mostram um componente de geração de força do mecanismo de transdução anexado ao diafragma, embora isto seja preferencial.

3.3.2a Articulações de Dobradiça de Dobra

[001565] A Figura C1 (a-e) mostra um esquema de um transdutor de áudio, tal como aquele descrito na modalidade B, por exemplo, com uma estrutura de diafragma C101 conectada a um conjunto de dobradiça C102 da invenção. Este conjunto de dobradiça C102 compreende uma armação de base do diafragma C103, que, em um lado, se conecta à estrutura de diafragma C101, e, em outro lado, se conecta a uma articulação de dobradiça C105 compreendendo dois elementos de dobradiça flexíveis C105a e C105b. A armação de base do diafragma C103 pode ser a mesma ou semelhante à armação de base do diafragma do conjunto de dobradiça B107, descrito acima em relação à modalidade B. Alternativamente, a armação de base do diafragma pode ser a mesma ou similar a qualquer uma das armações de base do diafragma descritas em relação aos transdutores de áudio das modalidades A, D, E, K, S, T, W e X, por exemplo.

[001566] O perfil do conjunto de dobradiça, como mostrado na Figura C1e, é semelhante àquele do conjunto de dobradiça B107, descrito em relação à modalidade B do transdutor de áudio, entretanto, em vez de ter duas estruturas de dobradiça com uma de cada lado do conjunto, esta variante de conjunto de dobradiça C102 compreende uma única estrutura do conjunto de diafragma longitudinal que se estende através de uma porção substancial do comprimento do conjunto e configurado para e estender ao longo de uma porção substancial da largura da estrutura do diafragma associado C101. Este projeto provê restrição em ambas as extremidades do eixo de rotação e atinge o resultado de único grau de liberdade desejado. Um único par de elementos de dobradiça flexíveis C105a e C105b, angulares entre si, estende-se ao longo da largura da estrutura do diafragma in situ. Na implementação preferencial desta variante, o par de elementos de dobradiça flexíveis C105a e C105b é orientado substancialmente perpendicular/ortogonal entre si e é rigidamente acoplado a uma junção C107 adjacente à armação de base do diafragma

C103 no lado do diafragma. Apreciar-se-á que outros ângulos relativos também são possíveis, conforme descrito para o conjunto de dobradiça B107 acima. Os elementos de dobradiça C105a e C105b são substancialmente planos e finos, de tal modo que eles são capazes de resistir a forças de tensão/compressão dentro de seus respectivos planos, mas flexionam/deformam em resposta a forças que são normais a seus respectivos planos. Uma extremidade oposta de cada elemento de dobradiça C105a, C105b rigidamente acopla um único bloco de conexão C104 no lado da estrutura de base do transdutor. O bloco de base de conexão C104 é semelhante aos blocos de base B205 e B206 descritos em relação ao conjunto de dobradiça B107, exceto que ele é um único bloco longitudinal configurado para se estender ao longo de uma porção substancial da largura da estrutura do diafragma. Em uma forma montada e durante a operação, o diafragma é configurado para girar sobre um eixo de rotação aproximado C107. C109 indica o plano coronal do corpo do diafragma e C108 indica o plano sagital do corpo do diafragma.

[001567] O conjunto de dobradiça C102 pode ser fabricado a partir de qualquer material e método adequados, conforme descrito na seção 3.3.1b acima, incluindo, por exemplo, usar usinagem por descarga elétrica (WEDM) de titânio.

[001568] A Figura C2 (a-d) mostra outra variação de um conjunto de dobradiça da invenção. A figura mostra um esquema de um conjunto de diafragma C201 sendo rigidamente acoplado ao conjunto de dobradiça. O conjunto de dobradiça compreende uma armação de base do diafragma C202 que pode ser igual ou semelhante à armação de base do diafragma descrita para o conjunto de dobradiça B107. Em particular, a armação de base do diafragma é configurada para rigidamente acoplar o conjunto de diafragma, incluindo a estrutura do diafragma e, preferencialmente, também o enrolamento de bobina associado, conforme descrito anteriormente. A armação de base do diafragma pode ser feita de qualquer material

adequado, conforme descrito anteriormente em relação ao conjunto B107, tal como alumínio. Apreciar-se-á que a armação de base do diafragma é mostrada aqui para fins exemplares para representar um componente para acoplar cada articulação de dobradiça à estrutura do diafragma. Apreciar-se-á que outros componentes podem, alternativamente, ser usados e/ou as articulações de dobradiça podem ser diretamente acopladas à estrutura do diafragma.

[001569] O conjunto de dobradiça compreende, adicionalmente, um único par de membros de dobradiça flexíveis C204 e C205 e que estão conectados na extremidade de armação de base do diafragma do conjunto de dobradiça. As extremidades opostas dos membros de dobradiça são rigidamente acopladas a um bloco de conexão C203 configurado para acoplar (e fazem parte da) à estrutura de base do transdutor. Cada membro de dobradiça C204 e C205 tem um par de elementos de dobradiça flexíveis C204a,b e C205a,b, respectivamente, que são angulares um em relação ao outro. Cada par de elementos de dobradiça forma uma articulação de dobradiça. Neste exemplo, as duas articulações de dobradiça são providas em ambos os lados do conjunto, com elementos correspondentes das articulações sendo formados pelo mesmo membro/folha de material. Cada membro de dobradiça C204, C205 é configurado para se estender ao longo de uma porção substancial da largura da estrutura do diafragma in situ. Na implementação preferencial desta variante, o par de membros de dobradiça flexíveis e o par de elementos de dobradiça flexíveis de cada articulação são orientados substancialmente perpendiculares/ortogonais entre si. Apreciar-se-á que outros ângulos relativos também são possíveis, conforme descrito para o conjunto de dobradiça B107 acima. Os elementos de dobradiça são substancialmente planos e finos, de tal modo que eles são capazes de resistir a forças de tensão/compressão dentro de seus respectivos planos, mas flexionam/deformam em resposta a forças que são normais a seus respectivos planos. In situ, os elementos de dobradiça são,

preferencialmente, apenas substancialmente flexíveis sobre os eixos que são substancialmente paralelos ao eixo de rotação pretendido. O bloco de conexão C203 é moldado no formato de cunha para ter uma superfície angular para acoplar as extremidades dos elementos de dobradiça flexíveis. O bloco C203 pode ser formado a partir de qualquer material adequado, conforme descrito para o conjunto de dobradiça B107, tal como alumínio.

[001570] Cada membro de articulação flexível C204, C205 compreende um recesso central que se estende centralmente através de uma porção substancial da largura do membro para, assim, formar dois elementos de dobradiça flexíveis de largura reduzida (C204a/C205a para o primeiro membro de dobradiça e C204b/C205b para o segundo membro de dobradiça). Os elementos de dobradiça são, portanto, seções de um membro comum neste exemplo, e, em geral, eles formam dois pares de articulações de dobradiça flexíveis localizados em cada lado do conjunto de diafragma C201. Em algumas modalidades, estes elementos de dobradiça podem ser separados e não conectados por uma ponte central. Com este conjunto de dobradiça, o conjunto de diafragma C201 é configurado para girar sobre um eixo de rotação aproximado C212. C211 indica o plano coronal do corpo do diafragma e C210 indica o plano sagital do corpo do diafragma.

[001571] As duas articulações de dobradiça formadas por dois pares de elementos de dobradiça flexíveis C204a/C204b e C205a/C205b são semelhantes às duas articulações de dobradiça B201 e B203 descritas para o conjunto de dobradiça B107 da modalidade B do transdutor de áudio. Neste exemplo, os membros de dobradiça flexíveis, a armação de base C202 e o bloco de conexão C203 podem ser formados integralmente, mas, preferencialmente, estas partes do conjunto de dobradiça são separados e conectados entre si por meio de qualquer mecanismo de fixação rígida adequado. Por exemplo, para formar o conjunto de dobradiça, os elementos de dobradiça flexíveis C204a, C204b, C205a e C205b podem

ser fabricados por estampagem ou corte a laser a partir de uma única folha de material, tal como titânio, e, então, dobrar a folha pelo ângulo relativo desejado, tal como 90 graus. O canto da dobra pode, então, ser anexado usando qualquer método de fixação adequado, tal como um agente adesivo e, por exemplo, adesivo epóxi, à armação de base do diafragma C202. À medida que esta dobra se estende por uma porção substancial ou por toda a largura da armação de base do diafragma C202, a área de superfície de fixação (por exemplo, adesiva) é melhorada. As extremidades opostas dos elementos de dobradiça estão conectadas à respectiva borda do bloco de conexão C203, por meio de qualquer método de fixação adequado, conforme explicado para o conjunto de dobradiça B107, por exemplo, por meio de um agente adesivo adequado. O bloco de conexão C203 compreende uma região de borda achatada ou substancialmente plana em qualquer extremidade da superfície angular para aumentar a área de superfície de conexão com os elementos de dobradiça. As extremidades opostas dos elementos de dobradiça flexíveis (no lado da estrutura de base do transdutor) também se estendem por uma porção substancial da ou toda a largura do transdutor de áudio, o qual provê área de superfície de conexão melhorada (por exemplo, adesiva).

[001572] Em função de a espessura do elemento de dobradiça flexível ser substancialmente uniforme e/ou consistente ao longo de seu comprimento e de sua largura (sendo cortado a partir de uma folha plana) um criador de estresse existe em todas as articulações de conexão, e há um risco de a conexão falhar, o rompimento da flexão ou o chiado da fratura. Para ajudar a impedir isto, a largura de cada elemento de dobradiça flexível C204a, C204b, C205a, C205b aumenta em localizações adjacentes às articulações de conexão com o bloco de conexão C203 e a armação de base do diafragma C202. Em outras palavras, as respectivas extremidades dos elementos de dobradiça flexíveis C204a, C204b, C205a e C205b são flangeadas para atingir uma conexão mais forte. Os raios de região

flangeada/pequenos são usados para gradualmente aumentar cada elemento de dobradiça flexível perto de cada área de conexão, de modo que, à medida que o diafragma gira, o estresse dentro do elemento de dobradiça flexível é reduzido tanto na região de conexão à armação de base do diafragma C202 quanto ao bloco de conexão C203, em comparação ao estresse na região mediana estreita. Por exemplo, o elemento de dobradiça flexível C205a alarga gradualmente pelo uso de dois raios (ou seja, compreende um flange) na região C209 onde ele se conecta ao bloco de conexão C203. A seção de dobradiça flexível C205a também alarga gradualmente pelo uso de dois raios (ou seja, compreende um flange) na região C208 onde ele se conecta à armação de base do diafragma C202. Os outros três elementos de dobradiça flexíveis C204a, C204b e C205b também compreendem flanges semelhantes nas regiões de conexão.

[001573] A Figura C3 mostra ainda outro conjunto de dobradiça alternativo semelhante àquele descrito acima em relação à Figura C2. Nesta variação, a articulação de dobradiça C301 compreende dois elementos de dobradiça flexíveis C301a e C301b, os quais estão em um estado naturalmente dobrado quando o conjunto de diafragma C201 está em sua posição de repouso/neutra. Se o diafragma C201 começa a girar no sentido horário, o elemento de dobradiça flexível C301a começa a endireitar e o elemento de dobradiça flexível C301b flexiona mais. Da mesma forma, se o diafragma C201 começa a girar no sentido anti-horário a partir da posição neutra, o elemento de dobradiça flexível C301b começa a endireitar e o elemento de dobradiça flexível C301a flexiona mais. Os elementos de dobradiça flexíveis são, preferencialmente, apenas levemente dobrados em seu estado neutro, à medida que auxiliam com a resistência de forças de tração e compressão sem flexão/curvatura, que, por sua vez, aumenta a frequência de modos de rompimento envolvendo todos os modos de translação e modos de rotação diferentes do modo de rotação de

diafragma principal. O bloco de conexão C303, nesta variação, compreende bordas angulares para se conectar às extremidades angulares dos elementos de dobradiça flexíveis. O conjunto de diafragma C201 é configurado para girar sobre um eixo de rotação aproximado C304 por meio deste conjunto de dobradiça, e é conectado ao conjunto de dobradiça por meio de uma armação de base similar C202. Este conjunto de dobradiça, com elementos de dobradiça flexíveis levemente dobrados, não é tão preferencial quanto conjuntos de dobradiça que têm elementos de dobradiça flexíveis mais retos, todo o resto sendo igual.

[001574] A Figura C4 mostra ainda outra variação de um conjunto de dobradiça flexível da invenção. Neste exemplo, uma articulação de dobradiça C401 compreende três elementos de dobradiça flexíveis C401a-c, os quais se estendem da armação de base do diafragma C405 em direção ao bloco de conexão C404. Os elementos de dobradiça flexíveis C401a, C401b e C401c são substancialmente planos e angulares entre si, de tal forma que o seu efeito combinado faça com que o conjunto de dobradiça resista ao movimento de translação ao longo de três eixos ortogonais e ao movimento de rotação sobre os dois eixos ortogonais (diferente do eixo de rotação). Cada elemento de dobradiça pode ser um único componente longitudinal ou, de outra forma, compreender uma pluralidade de seções longitudinalmente espaçadas (conectadas ou desconectadas), com pelo menos uma seção de cada lado do conjunto. Os elementos de dobradiça flexíveis podem ser radialmente deslocados de forma substancialmente uniforme, ou, de outra forma, em alguns casos, de forma desigual. Pode haver qualquer número de dois ou mais elementos de dobradiça flexíveis angulares relativos entre si e se conectando entre a armação de base do diafragma e o bloco de conexão. O bloco de conexão C404 compreende uma superfície côncava aguda para se conectar às extremidades dos elementos de dobradiça flexíveis C401a-c. A armação de base do diafragma compreende um flange de conexão para se conectar a

uma extremidade correspondente de cada elemento C401a-c. O bloco de conexão e/ou a armação de base do diafragma pode compreender recessos ou sulcos para acomodar as extremidades correspondentes dos elementos de dobradiça flexíveis. Qualquer mecanismo de conexão adequado pode ser usado para conectar os elementos de dobradiça à armação de base do diafragma e/ou bloco de conexão, tal como por meio de brasagem ou um agente adesivo, por exemplo, um adesivo epóxi. Com este conjunto, o conjunto de diafragma C201 é configurado para girar sobre um eixo de rotação aproximado C406, que é adjacente às extremidades dos elementos de dobradiça na armação de base do diafragma.

[001575] A Figura C5 (a-e) mostra um esquema de ainda outra variação de um conjunto de dobradiça flexível projetado em conformidade com os princípios do conjunto de dobradiça B107 descrito anteriormente. Este conjunto de dobradiça compreende pelo menos um par de elementos de dobradiça/placas substancialmente planos C505a e C505b que são angulares entre si e que tem planos que se cruzam no meio de seus comprimentos para formar uma configuração "X" (doravante referida como uma articulação de dobradiça de "flexão em X"). Cada par de elementos de dobradiça é, preferencialmente, ortogonal em relação ao outro, mas outros ângulos relativos podem ser possíveis. Na configuração preferencial deste exemplo, há dois pares de articulações de dobradiça de flexão em X, um em cada lado do conjunto de dobradiça para se localizar em qualquer lado do corpo de diafragma (semelhante à configuração das articulações de dobradiça do conjunto B107). Apreciar-se-á que uma única articulação de dobradiça de flexão em X longitudinal pode ser alternativamente usada.

[001576] O conjunto de diafragma C501 é rigidamente acoplado a uma armação de base do diafragma C504, a qual é anexada à enrolamentos de bobina C502 por meio de qualquer mecanismo de conexão adequado, conforme descrito anteriormente. Os elementos de dobradiça flexíveis C505a, C505b, C601a e C601b têm uma

extremidade/borda rigidamente conectada à armação de base do diafragma C504 e à extremidade oposta rigidamente conectada ao bloco de conexão C503, novamente por meio de qualquer método adequado, como descrito anteriormente. Um primeiro par de elementos de dobradiça flexíveis C505a e C505a forma a primeira estrutura de flexão em X, articulação de dobradiça C505 em um lado do conjunto de dobradiça, e o segundo par de elementos de dobradiça flexíveis C601a e C601b forma a segunda estrutura de flexão em X, articulação de dobradiça C601 do outro lado. O eixo de rotação C507 deste conjunto de dobradiça está localizado aproximadamente na linha de cruzamento dos planos de cada par de elementos de dobradiça flexíveis. C508 indica o plano coronal do corpo do diafragma e C509 indica o plano sagital do corpo do diafragma.

[001577] Neste exemplo, a armação de base do diafragma compreende uma forma alternativa para acomodar as extremidades substancialmente separadas de cada estrutura de flexão em X. Da mesma forma, o bloco de conexão C503 compreende uma forma alternativa para acomodar a estrutura de flexão em X.

[001578] A Figura C6 (a-d) mostra o conjunto de dobradiça descrito acima em relação à Figura C5, mas com o bloco de conexão C503 removido para fins de clareza. Como mostrado, cada estrutura de flexão em X compreende um par de elementos de dobradiça que são adjacentes entre si e se tocam, mas não se sobrepõem. Em configurações alternativas deste exemplo, os elementos de dobradiça podem ser sobrepostos ou podem ser ligeiramente separados. A armação de base C504 compreende placas laterais superiores e inferiores para se conectar às faces internas longitudinais superiores e inferiores do enrolamento de bobina C502, e uma placa de extremidade que se conecta entre as placas laterais superiores e inferiores para se conectar a uma face de extremidade correspondente da estrutura do diafragma. Cada elemento de dobradiça flexível é configurado para se conectar adjacente a uma borda superior ou inferior da face de

extremidade da estrutura do diafragma.

[001579] A Figura C7 (a-e) mostra ainda outra variação de um conjunto de dobradiça projetado em conformidade com os princípios descritos para o conjunto de dobradiça B107. Neste exemplo, o conjunto compreende pelo menos uma articulação de dobradiça C702, que, por sua vez, compreende um par de elementos de dobradiça flexíveis C702a e C702b que são angulares um em relação ao outro, mas são substancialmente espaçados em ambas as bordas de extremidades. Em outras palavras, os elementos de dobradiça de cada par são espaçados na extremidade de armação de base C706 e na extremidade de bloco de conexão C701. Na configuração preferencial deste exemplo, duas articulações de dobradiça C702 e C703 existem e são configuradas para se localizarem em cada lado do plano sagital do corpo do diafragma C710, cada par com um elemento de dobradiça flexível em cada lado do plano coronal C709, para suspender o conjunto de diafragma C501. A armação de base do diafragma é semelhante àquela descrita para o conjunto de dobradiça mostrado nas Figuras C5 e C6, exceto que a armação de base compreende, adicionalmente, uma margem externa angular à qual as respectivas extremidades dos elementos de dobradiça se conectam. Os elementos de dobradiça flexíveis C702a, C702b, C703a e C703b neste exemplo são rigidamente conectados a uma das bordas de margem longitudinais da armação de base do diafragma. Para cada par de elemento de dobradiça flexível, um elemento de dobradiça tem sua extremidade conectada a uma das bordas longitudinais da armação de base do diafragma C502 e o outro elemento de dobradiça tem sua extremidade correspondente conectada à outra borda longitudinal oposta à armação de base do diafragma C502. A outra extremidade dos elementos de dobradiça flexíveis é conectada ao bloco de conexão C701, configurado para acoplar à estrutura de base do transdutor. O eixo de rotação C707 do conjunto de dobradiça com este conjunto de dobradiça, em relação ao bloco de

conexão C701, está localizado aproximadamente no cruzamento dos planos de cada par de elementos de dobradiça flexíveis. O ângulo C708 entre os planos de cada par de elementos de dobradiça flexíveis pode ser ortogonal ou, caso contrário, outros ângulos podem ser suficientes. Neste exemplo, o ângulo de C708 é de aproximadamente 60 graus. Um ângulo de 90 graus pode ter um desempenho melhor em se tratando de aumentar a frequência dos modos de rompimento translacional e rotacional indesejados, entretanto, em certas aplicações, um ângulo de pelo menos 60 graus também terá um desempenho adequado.

[001580] A Figura C8 (a-d) mostra ainda outra variação de um conjunto de dobradiça similar àquele descrito acima em relação às Figuras C5 e Figura C6 (sem blocos de conexão mostrados). Neste exemplo, cada estrutura de flexão em X, por exemplo, articulação de dobradiça C801, compreende um par elementos de dobradiça de sobreposição C801a e C801b que se cruzam ao longo de uma porção substancial ou uma totalidade de suas larguras. Duas articulações de dobradiça de estrutura de flexão em X C801 e C802 estão localizadas em ambos os lados do conjunto de diafragma neste exemplo, entretanto, apreciar-se-á que uma única articulação de dobradiça de flexão em X pode se estender substancialmente ao longo da largura do conjunto de diafragma. Os elementos de dobradiça flexíveis C801a e C801b podem ser ortogonais entre si. Para este conjunto de dobradiça, o diafragma é configurado para girar sobre um eixo de rotação aproximado C803 que está localizado no cruzamento dos elementos de dobradiça de cada articulação de dobradiça. C804 indica o plano coronal do corpo do diafragma e C805 indica o plano sagital do corpo do diafragma.

[001581] A Figura C9 (a-b) mostra um exemplo de uma estrutura de flexão em X, articulação de dobradiça C801, conforme descrito para o conjunto mostrado na Figura C8. Os elementos de dobradiça C801a/C801b podem compreender uma seção transversal consistente em toda a largura

e podem ser fabricados usando usinagem por descarga elétrica (WEDM) de titânio, por exemplo. Outros métodos de fabricação e formas também estão previstos, entretanto, conforme descrito anteriormente. O elemento de dobradiça flexível C801a em um plano atravessa o elemento de dobradiça flexível C801b em outro plano que é aproximadamente perpendicular ao primeiro plano, e estes são conectados no cruzamento C903. A espessura dos elementos de dobradiça é aumentada no cruzamento C903 para ajudar a mitigar a degradação de desempenho devido aos criadores de estresse, conforme descrito anteriormente.

3.3.2b Articulações de Dobradiça de Torção

[001582] A Figura C10 (a-e) mostra um esquema de ainda outra variação de um conjunto de dobradiça projetado em conformidade com os princípios do conjunto de dobradiça B107. O conjunto de dobradiça compreende pelo menos um membro torsional longitudinal e substancialmente resiliente que pode estar na forma de uma viga de torção, por exemplo, com um par de elementos de dobradiça longitudinais flexíveis e resilientes que são angulares entre si e que estão conectados em seu cruzamento.

[001583] Na configuração preferencial deste exemplo, um membro torsional está localizado em ambos os lados do conjunto de diafragma C1001, para formar duas articulações de dobradiça C1005 e C1006. Cada membro torsional é resistente à torção, mas é substancialmente rígido/duro em resposta a forças de compressão, de tensão e de cisalhamento. A primeira articulação de dobradiça torsional C1005 compreende um par de elementos de dobradiça C1005a e C1005b e a segunda articulação de dobradiça conjunta C1006 compreende um par de elementos de dobradiça C1006a e C1006b. Os dois pares de elementos de dobradiça podem ser separados (para formar dois membros torsionais separados) e conectados em ambos os lados do conjunto de diafragma, ou, alternativamente, os dois pares podem ser conectados ou integrais para formar um único membro

torsional que se estende ao longo da largura do diafragma e substancialmente além de ambos os lados do diafragma. Neste exemplo, os elementos de dobradiça são seções de um único membro torsional em cada articulação. Os elementos de dobradiça de cada articulação de dobradiça torsional são, preferencialmente, ortogonalmente angulares entre si, embora outros ângulos também sejam previstos. Cada par de elementos de dobradiça C1005a/C1005b e C1006a/C1006b se projeta/ressalta substancialmente além do respectivo lado do diafragma em uma direção substancialmente paralela ao eixo de rotação pretendido. Cada membro torsional compreende uma seção transversal substancialmente no formato de L. No estado montado, a superfície interna das faces do membro no formato de L em direção ao conjunto de diafragma. Desta forma, um elemento de dobradiça de cada par apoia o diafragma adjacente ou contra uma face, e o outro elemento de dobradiça do par apoia uma face adjacente do diafragma. Uma extremidade de cada membro torsional é rigidamente conectada a uma face de extremidade do conjunto de diafragma C1001. Tal conexão pode ser direta ou por meio de uma armação de base do diafragma C1002, conforme descrito anteriormente em outros exemplos. Uma extremidade terminal de cada membro torsional C1006 e C1005, que é distal a partir do conjunto de diafragma, é apoiada por um bloco de conexão C1004, C1003, respectivamente. Cada bloco de conexão C1003, C1004 está rigidamente conectado à estrutura de base do transdutor in situ e/ou forma parte da estrutura de base do transdutor.

[001584] Cada membro torsional é formado a partir de um material substancialmente duro e/ou geometria capaz de resistir a forças de tensão, de compressão e de cisalhamento nos planos dos respectivos elementos de dobradiça da viga. Por exemplo, o membro torsional é feito a partir de um material de módulo substancialmente alto, tal como titânio. A armação de base do diafragma C1002 e os blocos de conexão C1003, C1004 são, preferencialmente, formados a partir de um material substancialmente duro,

com um alto módulo específico. Por exemplo, a armação de base do diafragma e o bloco de conexão também podem ser formados de titânio, mas são formados mais grossos em relação ao membro torsional para aumentar a rigidez destes componentes. O(s) membro(s) torsional(is) é(são) rigidamente conectado(s) à armação de base do diafragma C1002 por meio de qualquer método de conexão adequado, por exemplo, eles podem ser aderidos usando um agente adesivo adequado, tal como uma resina epóxi, ou soldados. O(s) membro(s) torsional(is) também é(são) rigidamente conectado(s) aos blocos de conexão C1003, C1004 por meio de qualquer método adequado, por exemplo, eles podem ser aderidos usando um agente adequado, tal como uma resina epóxi, ou soldados. A armação de base do diafragma C1002 é rigidamente conectada ao conjunto de diafragma C1001 por meio de qualquer método de conexão adequado, tal como, novamente, por meio de um adesivo ou soldagem. Além disso, os blocos de conexão C1003, C1004 são rigidamente conectados à estrutura de base do transdutor de áudio por meio de qualquer método de conexão adequado, tal como por meio de um adesivo ou soldagem. Apreciar-se-á que em modalidades alternativas, outros métodos de conexão para os componentes descritos acima podem ser usados ou os componentes podem ser integralmente formados em algumas configurações. As duas articulações de dobradiça torsionais C1005 e C1006 proveem complacência relativamente alta para girar sobre um eixo de rotação aproximado C1009, e complacência relativamente baixa em todas as outras direções de rotação e de translação, o que ajuda a levar as frequências de rompimento associadas para fora da faixa da FRO. C1010 indica o plano coronal do corpo do diafragma e C1011 indica o plano sagital do corpo do diafragma.

[001585] A Figura C11 (a-f) mostra variações de formato/forma da seção transversal dos membros torsionais do conjunto de dobradiça descrito em relação a Figura C10. Cada projeto de membro torsional

mostrado nestas figuras atinge complacência relativamente alta à rotação sobre um eixo de rotação aproximado C1101, e complacência relativamente baixa/alta rigidez em todas as outras direções de rotação e de translação. Em outras palavras, cada membro é substancialmente resistente e flexível em torção, mas é substancialmente rígido/duro em resposta a forças de compressão, de tensão e de cisalhamento. A Figura C11a mostra uma articulação de dobradiça torsional C1102 onde os dois elementos de dobradiça C1102a-b da viga estão angulares entre si e separados/não estando em contato com suas extremidades adjacentes. Um elemento de dobradiça pode ser acoplado a uma face do conjunto de diafragma e o outro elemento de dobradiça pode ser acoplado a uma face adjacente. Em combinação, a forma é uma articulação de dobradiça torsional. A Figura C11b mostra uma articulação de dobradiça torsional C1103 que compreende um corpo longitudinal substancialmente arqueado/curvo com dois elementos ou seções de dobradiça flexíveis C1103a-b que são angulares entre si. Cada elemento de dobradiça é uma seção do mesmo membro nesta modalidade. Um primeiro elemento de dobradiça flexível C1103a, adjacente a uma borda do corpo, pode ser configurado para acoplar uma primeira face do conjunto de diafragma, e uma seção de dobradiça flexível C1103b, adjacente à borda oposta, pode ser configurado para acoplar uma segunda face do conjunto de diafragma adjacente à primeira face. A Figura C11c mostra uma articulação de dobradiça torsional C1104 compreendendo dois elementos de dobradiça flexíveis C1104a-b que são profundamente angulares entre si. C11d mostra uma articulação de dobradiça torsional C1105 compreendendo três elementos de dobradiça flexíveis C1105a-c que são uniformemente espaçados de forma radial e se cruzam em um eixo comum, formando o eixo de rotação C1101. A Figura C11e mostra uma articulação de dobradiça torsional no formato de U ou no formato de ferradura C1106 com uma seção de dobradiça flexível central C1106b que é angular em relação a duas outras seções de dobradiça

flexíveis C1106a e C1106c em lados opostos da seção central. A Figura C11f mostra uma articulação de dobradiça torsional C1107 que é substancialmente cilíndrica, mas com um recesso ao longo do comprimento do corpo, de tal forma que o corpo compreende várias seções de elemento de dobradiça C1107a-d que são angulares entre si. Uma pluralidade de seções de dobradiça flexíveis uniformemente espaçadas de um único membro, que são angulares entre si, forma a articulação de dobradiça torsional neste exemplo.

[001586] Nos exemplos das Figuras C1-C10, bem como C11c e C11d, a mudança na orientação entre o par de elementos de dobradiça é abrupta ou pronunciada. Considerando que, nos exemplos das Figuras C11b, C11e e C11f, a mudança na orientação entre os elementos de dobradiça é gradual ou regular.

[001587] Nos exemplos das Figuras C10 e C11, os elementos de dobradiça formam uma parede ou uma pluralidade de paredes do membro torsional. Em algumas configurações, as paredes são substancialmente planas e, em outros casos, as paredes são curvas ou substancialmente arqueadas. Por exemplo, as Figuras C10a-e, C11a, C11c e C11d mostram membros torsionais com paredes substancialmente planas e as Figuras C11b, C11e e C11f mostram membros torsionais com paredes substancialmente curvas.

[001588] Note que, como pode ser visto acima nos casos das modalidades C11e e C11f, no caso em que os elementos flexíveis operam substancialmente na torção do eixo de rotação C1101 não necessariamente encontram-se no cruzamento dos planos ocupados pelos elementos. A análise de elementos finitos é uma forma na qual a localização do eixo de rotação pode ser determinada.

[001589] A Figura C12 mostra ainda outra variação de um conjunto de dobradiça que é semelhante àquele descrito em relação à Figura C10. Neste conjunto de dobradiça, cada articulação de dobradiça

torsional C1201 e C1207 é semelhante àquela descrita em relação à Figura C10, exceto que cada elemento de dobradiça flexível longitudinal compreende uma espessura de seção transversal que varia ao longo do comprimento do elemento. Em particular, cada elemento de dobradiça flexível C1201a, C1201b, C1207a e C1207b compreende regiões de maior espessura nas seções do elemento configurado para acoplar a armação de base do diafragma C1002 e/ou os blocos de conexão C1003, C1004. Nas junções entre as seções mais grossas e mais finas de cada elemento de dobradiça, a alteração na espessura é afunilada (por exemplo, raios existem nestas regiões), de tal forma que a alteração é gradual (por exemplo, em localizações C1203-C1206), e isto mitiga a degradação de desempenho devido aos criadores de estresse. Apreciar-se-á que, em modalidades alternativas, a alteração na espessura pode ser escalonada. Por exemplo, o elemento de dobradiça flexível C1201a tem um raio pequeno/afunilado na região C1205 onde ele aumenta gradualmente em espessura perto da armação de base do diafragma C1002, e também um raio pequeno/afunilado na região C1203 onde ele aumenta gradualmente em espessura perto do bloco de conexão C1004. Da mesma forma, o elemento de dobradiça de flexão C1201b tem um raio pequeno/afunilado na região C1206 onde ele aumenta gradualmente em espessura perto da armação de base do diafragma C1002, e também um raio pequeno/afunilado na região C1204 onde ele aumenta gradualmente em espessura perto do bloco de conexão C1004. As partes mais grossas sofrerão menos estresse durante a operação normal em comparação às áreas similares no transdutor de áudio da Figura C10, e, como tal, estas partes podem ser aderidas em vez de soldadas à armação de base do diafragma C1002 ou aos blocos de conexão C1003 e C1004. Adesivo epóxi pode ser usado em vez disso, com risco limitado de o adesivo falhar, formando uma rachadura e a parte chiando ou quebrando durante a operação. Apreciar-se-á que métodos de conexão alternativos podem ser

usados, entretanto, tais como soldagem.

[001590] A Figura C13 mostra ainda outra variação de um conjunto de dobradiça semelhante ao conjunto descrito para a Figura C10, exceto que cada elemento de dobradiça flexível compreende uma região intermediária (na parte saliente do elemento) de largura de seção transversal reduzida. Em outras palavras, cada elemento de dobradiça compreende uma largura de seção transversal, que aumenta em regiões onde o elemento se conecta à armação de base do diafragma C1002 e os blocos de conexão C1003, C1004. Isto significa que os elementos de dobradiça flexíveis C1301a, C1301b, C1307a e C1307b são mais estreitos em uma seção intermediária que se estende entre as seções de extremidade mais largas. Preferencialmente, a seção estreita intermediária compreende uma porção substancial do comprimento de cada elemento. Nas junções entre as seções mais largas e mais finas de cada elemento de dobradiça a alteração na largura é afunilada (por exemplo, em regiões C1303, C1304, C1305 e C1306), o que significa que a seção transversal muda gradualmente de regiões mais largas a regiões mais estreitas e vice-versa, o que mitiga a degradação de desempenho devido aos criadores de estresse. As partes mais largas sofrerão menos estresse durante a operação normal em comparação às áreas similares no transdutor de áudio da Figura C10, e, como tal, estas partes não precisam necessariamente ser soldadas a uma armação de base do diafragma ou aos blocos de conexão, e um método de conexão mais fraco, tal como uma adesão, pode ser usado em vez disso. O alargamento descrito limita o risco de o adesivo falhar, formando uma rachadura e a parte chiando ou quebrando durante a operação. Apreciar-se-á que métodos de conexão alternativos podem ser usados, entretanto, tais como soldagem.

[001591] Em cada um dos exemplos de membros torsionais acima, é preferencial que o membro torsional seja disposto para se estender substancialmente em paralelo e em grande proximidade do eixo

de rotação e ter uma altura na direção perpendicular ao plano coronal do diafragma, em que a altura, medida em milímetros, é aproximadamente maior do que duas vezes a massa do conjunto de diafragma, medida em gramas. Preferencialmente, o membro torsional tem uma largura, na direção paralela à do diafragma e perpendicular ao eixo, que é quando é medida em milímetros, aproximadamente maior do que duas vezes a massa do conjunto de diafragma, medida em gramas. Preferencialmente, o membro torsional tem uma largura e uma altura, medidas em milímetros, aproximadamente maiores do que quatro vezes a massa do conjunto de diafragma, medida em gramas, ou, mais preferencialmente, maior do que 6 vezes, ou, mais preferencialmente, maior do que 8 vezes.

[001592] De forma alternativa ou adicional, em cada um dos exemplos de membro torsional acima, a largura e a altura de cada membro torsional é maior do que 3% do comprimento da estrutura ou do corpo do diafragma do eixo de rotação à periferia mais distal da estrutura/corpo do diafragma. Mais preferencialmente, a largura e a altura são maiores do que 4% do comprimento associado com o corpo/estrutura do diafragma (do eixo de rotação à periferia mais distal). Preferencialmente, um ou mais dos membros torsionais tem uma dimensão média na direção perpendicular ao eixo de rotação, que é maior do que 2 vezes a raiz quadrada da área da seção transversal média (excluindo cola e fios que não contribuem com muita força), calculada ao longo de partes do comprimento de membro de mola torsional que deforma significativamente durante a operação normal, ou, mais preferencialmente, maior do que 3 vezes, ou, mais preferencialmente, maior do que 4 vezes a raiz quadrada da área da seção transversal média, calculada ao longo de partes do comprimento da mola que deformam significativamente durante a operação normal. Preferencialmente, pelo menos um ou os mais membros torsionais são montados no ou perto do eixo de rotação e, em combinação, provendo diretamente em pelo menos 50% da força de restauração quando o

diafragma sofre translações puras pequenas em qualquer direção perpendicular ao eixo de rotação.

3.3.3 Transdutor de Áudio da Modalidade D

[001593] Referindo-se brevemente à Figura D1e, um conjunto de dobradiça de flexão em conformidade com os princípios descritos acima é mostrado implementado em uma modalidade de transdutor de áudio da invenção. O transdutor de áudio desta modalidade compreende um conjunto de diafragma D101 que é acoplado de forma articulada por meio de um sistema de dobradiça a uma estrutura de base do transdutor D104. O conjunto de dobradiça é semelhante àquele descrito em relação à Figura C7 e compreende pelo menos uma articulação de dobradiça flexível D112 (mas, preferencialmente, duas localizadas em cada lado do conjunto de diafragma), e cada articulação de dobradiça D112 com um par de elementos de dobradiça flexíveis D112a e D112b angulares entre si e rigidamente acoplados ao conjunto de diafragma e à estrutura de base do transdutor D104. Como mostrado, os elementos de dobradiça D112a-b acoplam o enrolamento de bobina D116 para se conectar ao conjunto de diafragma em uma extremidade, e se acopla a um bloco de conexão D113 na extremidade oposta da estrutura de base do transdutor. As extremidades dos elementos de dobradiça flexíveis são engrossadas e/ou alargadas para fortalecer a conexão nestas regiões. Cada elemento de dobradiça é formado a partir de um material que é substancialmente duro para resistir a forças de compressão e de tensão no plano do material. Além disso, cada estrutura é capaz de resistir à rotação sobre os eixos que são ortogonais ao eixo de rotação pretendido do conjunto de diafragma, mas que é complacente em se tratando de rotação sobre o eixo de rotação do conjunto de diafragma. Cada elemento de dobradiça também é intimamente associado com o conjunto de diafragma em uma extremidade e a estrutura de base do transdutor na extremidade oposta para minimizar ressonâncias indesejadas dentro da FRO do transdutor, conforme descrito para o

conjunto de diafragma B107 da modalidade B.

[001594] Nesta modalidade em particular, o conjunto de diafragma compreende várias estruturas do diafragma que são radialmente espaçadas. O conjunto de diafragma compreende três diafragmas D101, D102 e D103 conectados em seus lados/periferias externos por armações laterais rígidas D107 e D108, que estão conectados, por sua vez, os enrolamentos de bobina D116. Cada lado da armação pode ser construído de alumínio. Cada estrutura do diafragma compreende um núcleo, D118, D119 e D120, o reforço de estresse normal D109, D110, D111 sobre as faces principais de cada corpo do diafragma e também membros de reforço de estresse por cisalhamento internos dentro de cada diafragma, como descrito na configuração R1-R4 das estruturas do diafragma na seção 2.2. As estruturas do diafragma compreendem uma periferia externa que é livre de conexão física, conforme definido na seção 2.3 deste relatório descritivo.

[001595] A estrutura de base do transdutor compreende um ímã D104, peças polares externas D105 e D106, bloco de base D113 e peças polares internas D117. Cada elemento de dobradiça flexível do sistema de dobradiça é rigidamente conectado aos enrolamentos de bobina D116 em uma extremidade D115 e ao bloco de base D113 na outra extremidade D114. D125 indica o plano sagital do conjunto de diafragma e todas as três estruturas do diafragma. D121 indica o plano coronal do diafragma D101. D122 indica o plano coronal do diafragma D102. D123 indica o plano coronal do diafragma D103. O reforço de estresse normal D109, D110, D111 não cobrem as faces principais de cada corpo do diafragma em regiões distais ao eixo de rotação D124 ou distal à região de base do conjunto de diafragma D126. Apreciar-se-á que qualquer outra estrutura do diafragma descrita nas seções 2.2 ou 2.3 deste relatório descritivo pode ser utilizada. Reforços de base do diafragma D127, D128 e D129 podem ser providos na face da base de cada corpo do diafragma D118, D119 e D120 para melhorar a rigidez de cada diafragma.

[001596] A Figura D2 mostra o transdutor de áudio da Figura D1 com um alojamento de conjunto de diafragma substancialmente cilíndrico incorporado. A estrutura de base do transdutor é rigidamente anexada ao alojamento de diafragma. O alojamento compreende um alojamento de diafragma D203 e dois lados de alojamento de diafragma D204. Vários orifícios de ventilação D205 em cada lado do alojamento de diafragma permitem que ar entre na direção das setas D201 em um lado e saia do outro lado, seguindo as setas D202 à medida que os diafragmas girem em uma direção durante a operação. O alojamento de diafragma é uma geometria compacta e rígida e, preferencialmente, é projetado para que ele não ressoe ao longo da FRO do transdutor. Este transdutor pode ser montado em um invólucro ou defletor para ajudar a impedir o cancelamento de pressão do som positiva que emana de um lado do transdutor com pressão do som negativa que emana do outro. Como este transdutor é capaz de operar ao longo de uma grande largura de banda da frequência sem ressonâncias mecânicas do diafragma, também é preferencial desacoplar este transdutor de um invólucro ou defletor, por exemplo, ao se usar um sistema de montagem de desacoplamento da invenção, tal como descrito na seção 4 deste relatório descritivo.

[001597] O uso de vários diafragmas é útil para aplicações que necessitam de alto nível de pressão de som em frequências de graves, um fator de forma compacta e alta qualidade de som (como resultado de um armazenamento de energia mínimo).

[001598] Este alto-falante pode ser configurado para usar qualquer um dentre os conjuntos de dobradiça descritos neste documento. O tamanho do alto-falante pode ser aumentado para deslocar mais ar ou reduzida para melhorar a resposta de alta frequência, dependendo da aplicação.

3.3.4 Aplicação de Áudio Pessoal

[001599] A modalidade B do transdutor de áudio, incluindo as

variações dos sistemas de dobradiça flexíveis descritos neste documento, e/ou a modalidade D do transdutor de áudio pode ser incorporadas em um dispositivo de áudio pessoal. Como definido na seção 5, um dispositivo de áudio pessoal pode ser configurado para ser localizado dentro de 10 cm de ouvido em uso, por exemplo, em um fone de ouvido ou fone de ouvido auricular. Por exemplo, os transdutores de áudio dos dispositivos de áudio descritos nas modalidades K, W e X na seção 5 podem ser substituídos pela modalidade B ou D dos transdutores de áudio e/ou qualquer um dentre os sistemas de dobradiça flexíveis descritos neste documento podem ser implementados nestas modalidades, sem se afastar do escopo da invenção.

SISTEMA DE MONTAGEM DE DESACOPLAMENTO E TRANSDUTORES DE ÁUDIO INCORPORANDO ESTES

4.1 Introdução

[001600] Uma desvantagem do desacoplamento de um alto-falante de áudio convencional de um invólucro é que ressonâncias inerentes no alto-falante podem ser, na verdade, pioradas à medida que elas não podem ser dissipadas no invólucro. Além disso, se alguém desacopla um alto-falante convencional típico, com um diafragma de membrana fina e uma suspensão de envoltório de borracha, então, a redução resultante na excitação de ressonância de envoltório falha para melhorar drasticamente a qualidade de som subjetiva, em função de ainda haver ressonâncias de diafragma e de envoltório comprometendo a reprodução de áudio na largura de banda operacional. Consequentemente, o benefício é limitado e as vantagens de desacoplamento pode não valer as desvantagens e custos associados.

[001601] Da mesma forma, desacoplar um sistema de invólucro de alto-falante de graves pequeno, por exemplo, sistema de invólucro de alto-falante de faixa mediana, de um maior significa que, embora a excitação deste último sistema seja reduzida, há uma desvantagem, sendo que

ressonâncias internas inerentes no primeiro sistema não serão dissipadas.

[001602] Sistemas de desacoplamento têm desvantagens não relacionadas ao áudio, incluindo o aumento potencial para danos, por exemplo, durante o transporte, bem como a complexidade e o custo de produto adicionais.

[001603] Isto significa que o benefício como um todo pode não ser suficiente para sistemas de desacoplamento para valer a pena em alto-falantes convencionais.

[001604] Por outro lado, alto-falantes de áudio que incorporam recursos de projeto da presente invenção podem ter armazenamento de energia baixo ou zero dentro da largura de banda operacional devido a ressonâncias internas minimizadas, pelo menos dentro da largura de banda operacional. Há, portanto, pouco ou nenhum benefício a ser obtido da dissipação de ressonâncias internas a partir de tal alto-falante em um invólucro, como com alto-falantes convencionais, uma vez que ressonâncias são, normalmente, poucas ou inexistentes dentro da FRO do alto-falante.

[001605] Se um transdutor com ressonância interna baixa ou zero for rigidamente montado a um invólucro (ou alojamento, ou plataforma, ou defletor etc.) que não é isento de ressonância, o alto-falante e o invólucro serão parte do mesmo sistema, e o alto-falante assumirá as ressonâncias do invólucro, bem como algumas novas ressonâncias de interação de alto-falante/invólucro. Isto significa que o desacoplamento é vantajoso juntamente com outros recursos de projeto de transdutor de áudio da presente invenção que ajudam a eliminar (deslocamento da FRO) ou pelo menos mitigar as ressonâncias de alto-falante interno e melhorar o desempenho.

[001606] Por exemplo, se um diafragma substancialmente grosso e rígido que emprega uma abordagem rígida para controle de ressonância (como definido para a configuração R1-R4 das estruturas de diafragma na

seção 2.2 deste relatório descritivo, por exemplo) for suficientemente desacoplado de um invólucro de um transdutor de áudio, então, nem as ressonâncias de invólucro nem as ressonâncias de diafragma comprometerão a reprodução de áudio dentro da largura de banda operacional.

[001607] Da mesma forma, se um transdutor de áudio com uma periferia de estrutura de diafragma, que é substancialmente isenta de conexão física com um envoltório (conforme definido para a configuração R5-R7 de transdutores de áudio descritos na seção 2.3 deste relatório descritivo, por exemplo), for suficientemente desacoplado do invólucro, então, tanto ressonâncias de invólucro quanto ressonâncias de suspensão de diafragma podem ser reduzidas ou eliminadas dentro da largura de banda operacional, ajudando a impedir o comprometimento da reprodução de áudio. Suspensões de diafragma para tais transdutores de áudio podem ser feitas para serem geometricamente mais robustas contra ressonâncias sem comprometimento indevido da complacência e da excursão de diafragma total. Elas também têm área reduzida, de modo que quaisquer ressonâncias que possam ocorrer são menos audíveis.

[001608] Além disso, se uma estrutura de base de um alto-falante de áudio que é relativamente isenta de ressonância em função de ser feita a partir de materiais rígidos e ter uma geometria compacta e robusta (como definido na seção 2.2 do relatório descritivo, por exemplo), então, nem as ressonâncias de invólucro nem as ressonâncias da estrutura de base comprometerão a reprodução de áudio dentro da largura de banda operacional.

[001609] Finalmente, suspensões de diafragma ferromagnéticos são úteis em combinação com sistema de desacoplamento, uma vez que ressonâncias de suspensão de diafragma são praticamente eliminadas, sem comprometer a excursão do diafragma e a frequência de ressonância fundamental.

4.2 Modalidades de Sistema de Montagem de Desacoplamento

[001610] Várias modalidades de sistema de desacoplamento de transdutor de áudio da invenção serão agora descritas com referência às figuras.

4.2.1 Modalidade A de Transdutor - Sistema de Desacoplamento

[001611] Um sistema de desacoplamento de transdutor de áudio exemplar da invenção e um dispositivo de áudio que incorpora este será agora descrito com referência às Figuras A5-A7. Referindo-se às Figuras A5a-A5h, uma modalidade de transdutor de áudio da invenção (referido neste documento como a modalidade A) é mostrado compreendendo um conjunto de diafragma A101 que é acoplado de forma articulada a uma estrutura de base do transdutor A115. O transdutor de áudio é acoplado a um sistema de desacoplamento exemplar A500 da invenção. O transdutor de áudio nesta modalidade é um transdutor de ação rotacional, mas será apreciado que o sistema de montagem de desacoplamento exemplar mostrado pode, alternativamente, ser usado com um transdutor de ação linear. Além disso, um sistema de montagem de desacoplamento alternativo pode ser projetado para uma ação rotacional ou transdutor de áudio de ação linear de acordo com os princípios e considerações de projeto de desacoplamento definidos neste relatório descritivo, sem se afastar do escopo da invenção.

[001612] O transdutor de áudio da modalidade A compreende um conjunto de diafragma A101 que incorpora uma configuração R1 da estrutura de diafragma (como descrito na seção 2.2.1 deste relatório descritivo) e, adicionalmente, compreende um mecanismo de transdução (não mostrado) acoplado ao conjunto de diafragma A101 que está configurado para transduzir de forma operacional um sinal de áudio elétrico (ou o movimento de rotação, no caso de um transdutor acústico-elétrico correspondente à pressão do som).

[001613] O sistema de desacoplamento A500 monta o transdutor

de áudio A100 em outro componente, tal como um alojamento A613 (mostrado na Figura A6a) de um dispositivo de áudio. O sistema de montagem de desacoplamento também desacopla o transdutor de áudio A100 do outro componente, tal como o alojamento associado. De forma eficaz, o sistema de montagem de desacoplamento A500 se localiza entre o conjunto de diafragma A101 e pelo menos outra parte do dispositivo de áudio. O termo "entre", neste contexto, destina-se a significar direta e indiretamente entre os dois componentes. Por exemplo, em uma série de componentes conectados, pode-se dizer que o sistema de montagem de desacoplamento A500 fique entre dois componentes da série, mesmo se não houver um ou mais outros componentes intermediários entre um ou ambos os componentes e o sistema de montagem. Por exemplo, o sistema de montagem de desacoplamento se localiza entre o conjunto de diafragma e o alojamento, mesmo se ele só estiver diretamente conectado à estrutura de base do transdutor e o alojamento. Isto aliviaria pelo menos parcialmente a transmissão mecânica de vibração entre o conjunto de diafragma A101 e pelo menos outra parte do dispositivo de áudio na série.

[001614] O sistema de montagem de desacoplamento A500 é configurado para montar de forma complacente dois componentes do dispositivo de áudio para desacoplar de forma eficaz o conjunto de diafragma de pelo menos outra parte do dispositivo de áudio. Por exemplo, o sistema de desacoplamento monta de forma complacente dois componentes do dispositivo. É preferencial que a pelo menos outra parte do dispositivo de áudio não seja outro conjunto de diafragma, por exemplo, de outro transdutor em um sistema de alto-falante de várias vias, mas, em vez disso, outra parte do dispositivo de áudio separada do conjunto de diafragma A101. Neste exemplo, o sistema de montagem de desacoplamento é montado na estrutura de base do transdutor de áudio A115, para desacoplar o transdutor de áudio a partir de um alojamento associado, tal como um defletor ou invólucro. É preferencial que o sistema

de montagem de desacoplamento A500 é configurado para montar de forma complacente dois componentes, de tal forma que os componentes sejam capazes de mover entre si ao longo de pelo menos um eixo de translação, mas, preferencialmente, ao longo de três eixos de rotação ortogonais durante a operação do transdutor associado. Alternativamente, mas, mais preferencialmente, além disso em relação ao movimento de translação, o sistema de desacoplamento A500 monta de forma complacente os dois componentes, de tal forma que sejam capazes de girar entre si sobre pelo menos um eixo de rotação, mas, preferencialmente, sobre três eixos de rotação ortogonais durante a operação do transdutor associado. Desta forma, o sistema de montagem de desacoplamento, pelo menos parcialmente, alivia a transmissão mecânica de vibração entre o diafragma e a pelo menos outra parte do dispositivo de áudio ao longo de pelo menos um eixo de translação, ou, mais preferencialmente, ao longo de pelo menos dois eixos de translação substancialmente ortogonais, ou ainda, mais preferencialmente, ao longo de três eixos de translação substancialmente ortogonais. Além disso, o sistema de montagem de desacoplamento, pelo menos parcialmente, alivia a transmissão mecânica de vibração entre o diafragma e a pelo menos outra parte do dispositivo de áudio sobre pelo menos um eixo de rotação, ou, mais preferencialmente, sobre, pelo menos dois eixos de rotação substancialmente ortogonais, ou ainda, mais preferencialmente, sobre três eixos de rotação substancialmente ortogonais.

[001615] O sistema de montagem compreende um par de pinos de desacoplamento A107, A108 estendendo-se lateralmente em ambos os lados da estrutura de base de transdutor. Os pinos de desacoplamento A107, A108 estão localizados de tal forma que seus eixos longitudinais substancialmente coincidem com uma localização A506 de um eixo de nó do conjunto de transdutor. Um eixo de nó é o eixo sobre o qual a estrutura de base de transdutor gira devido às forças de reação e/ou ressonância

exibidas durante oscilação de diafragma. Na prática, a localização do eixo de nó pode ser alterada durante a operação. A localização A506 a que os pinos de desacoplamento coincidem, corresponde à localização do eixo de nó quando o conjunto de transdutor é operado em um estado sem suporte hipotético e operado em frequências significativamente menores do que aquelas em que ressonâncias de diafragma indesejados ocorrem. Métodos para a identificação deste local A506 serão descritos mais detalhadamente abaixo. Será apreciado que em algumas modalidades um único pino de desacoplamento pode se estender através da estrutura de base A115 com qualquer uma das extremidades formando o par de pinos de desacoplamento A107, A108. Os pinos de desacoplamento A107, A108 se estendem substancialmente de maneira ortogonal a um eixo longitudinal do conjunto de transdutor a partir dos lados entre a face principal superior e a inferior, A116 e A117, da estrutura de base A115, e são rigidamente acoplados e/ou integrais com a estrutura de base A115. Uma bucha A505 é montada em torno de cada pino A107, A108. Uma arruela A504 também pode ser acoplada entre a bucha A505 e o lado associado da estrutura de base de transdutor A115. As buchas e arruelas podem ser referidas nesse documento como "montagens de eixo de nó". As montagens de eixo de nó A504, A505 são configuradas para acoplar lados internos correspondentes de um alojamento de transdutor bem como será explicado mais detalhadamente abaixo.

[001616] O sistema de montagem de desacoplamento adicionalmente compreende uma ou mais almofadas de desacoplamento A501 localizadas em um ou, preferencialmente, ambas as faces principais A116 e A117 da estrutura de base de transdutor A115. As almofadas A501 proveem uma interface entre a face de estrutura de base associada e uma face/parede interna correspondente de um alojamento de transdutor, para ajudar a desacoplar os componentes. Neste exemplo, uma almofada A501 está localizada em cada face principal (faces superior e inferior) da

estrutura de base. As almofadas de desacoplamento são preferencialmente localizadas em uma região da estrutura de base de transdutor que é distal a partir da localização de eixo de nó A506. Por exemplo, eles estão localizados em ou adjacente a uma borda da estrutura de base A115 adjacente ao diafragma A101. Cada almofada A501 é preferencialmente longitudinal em formato e se estende longitudinalmente ao longo de uma borda transversal da estrutura de base A115. Como mostrado na figura A5f, na forma preferencial, cada almofada A501 compreende um corpo em formato de pirâmide A501 com um afilamento de largura ao longo da profundidade do corpo. Preferencialmente, o vértice A502 da pirâmide A501 é acoplado à face principal associada da estrutura de base de transdutor A115 e a base oposta da pirâmide é configurada para acoplar a face associada do alojamento de transdutor in situ. Esta orientação pode ser revertida em algumas implementações, no entanto. Será apreciado que, em modalidades alternativas, o sistema de montagem de desacoplamento possa compreender várias almofadas distribuídas em torno de uma ou mais faces principais A116 e A117 da estrutura de base de transdutor A115 e/ou nas faces laterais da estrutura de base, a partir de onde os pinos de desacoplamento se estendem e a invenção não se destina a ser limitada à configuração deste exemplo, como será evidente para aqueles versados na técnica. Essas montagens são aqui referidas como "montagens distais".

[001617] As montagens de eixo de nó A504, A505 e as montagens distais A501 são suficientemente complacentes em termos de movimento relativo entre os dois componentes aos quais elas são ligadas. Por exemplo, as montagens de eixo de nó e as montagens distais podem ser suficientemente flexíveis para permitir movimento relativo entre os dois componentes aos quais elas estão ligadas. Elas podem incluir membros flexíveis ou resilientes ou materiais para atingir conformidade. As montagens preferencialmente compreendem um módulo de Young baixo em relação a pelo menos um, mas preferencialmente ambos os

componentes a que elas estão ligadas (por exemplo, em relação à estrutura de base de transdutor e alojamento do dispositivo de áudio). As montagens são, preferencialmente, também suficientemente amortecidas. Por exemplo, as montagens de eixo de nó A504, A505 podem ser feitas a partir de um material plástico substancialmente flexível, tal como borracha de silicone, e as almofadas A501 também podem ser feitas a partir de um material substancialmente flexível, tal como borracha de silicone. As almofadas A501 são, preferencialmente, formadas a partir de um material de absorção de choque e vibração, tal como borracha de silicone ou mais preferencialmente um polímero de uretano viscoelástico, por exemplo. Como alternativa, as montagens de eixo de nó e/ou montagens distais podem ser formadas a partir de um membro flexível e/ou resistente, tal como as molas de desacoplamento de metal. Outros membros substancialmente complacentes, elementos ou mecanismos de mecanismo, tal como levitação magnética que compreende um grau suficiente de complacência ao movimento, para suspender o transdutor também podem ser usados em configurações alternativas. Alguns exemplos de materiais possíveis para as montagens de eixo de nó e as montagens distais são (a invenção não se destina a ser limitada a estes exemplos):

- Borracha de silicone de grau de dureza 30 de durômetro (na escala A shore), com um valor de Módulo de Young de aproximadamente 0,7 MPa;
- Borracha de nitrilo de grau de dureza 50 de durômetro (na escala A shore), com um valor de Módulo de Young de aproximadamente 1,8 MPa;
- Sorbotano de grau de dureza 30 de durômetro (na escala 00 shore), com um valor de Módulo de Young de aproximadamente entre 0,3 e 1 MPa; ou
- Borracha natural de grau de dureza 30 de durômetro (na escala A shore) com um valor de Módulo de Young de aproximadamente 10MPa.

[001618] O eixo de nó e montagens distais podem ser feitos de um material tendo um valor de Módulo de Young de aproximadamente 0,5-30Mpa, por exemplo. Estes valores são apenas exemplares e não se destinam a ser limitantes. Material com outro valor de Módulo de Young também pode ser utilizado como será apreciado que sua complacência também é dependente da geometria do material, por exemplo.

[001619] Na modalidade preferencial, o sistema de desacoplamento nas montagens de eixo de nó A505 tem uma baixa conformidade (ou seja, é mais dura ou forma uma conexão mais dura entre partes associadas) em relação ao sistema de desacoplamento nas montagens distais A501. Isto pode ser atingido através da utilização de diferentes materiais e/ou no caso desta modalidade, isto é conseguido ao alterar as geometrias (tal como o formato, a forma e/ou perfil) das montagens de eixo de nó A505 em relação às montagens distais A501. Esta diferença na geometria significa que as montagens de eixo de nó A505 compreendem uma área de superfície de contato maior com a estrutura de base e alojamento, em relação à montagem distal A501, assim, reduzindo a complacência da conexão entre essas partes.

[001620] Em algumas aplicações, é desejável ter um desacoplamento relativamente rígido entre a estrutura de base e o alojamento na medida em que isso minimiza movimento da estrutura de base durante modos de ressonância e quando o dispositivo sofre um impacto suficientemente grande. No entanto, ter um desacoplamento rígido significa que deslocamentos de estrutura de base devido às vibrações, por exemplo, são transmitidas mais facilmente. O sistema de desacoplamento dessa modalidade ajuda a aliviar estas desvantagens de um sistema de desacoplamento rígido. Localizar a parte menos complacente do sistema de desacoplamento na localização de eixo de nó A506 significa que haverá menos movimento da estrutura de base de transdutor A515 neste local durante a operação e, portanto, menor a transmissão de vibrações

indesejadas para o alojamento associado. A diferença em complacência (por exemplo, flexibilidade) do sistema de desacoplamento nas montagens de eixo de nó A504, A505 e as montagens distais A501 também ajudam a evitar ou pelo menos reduzir a quantidade pela qual a localização de eixo de nó pode deslocar-se durante a operação do transdutor, como será explicado mais detalhadamente abaixo. Impedir ou reduzir a quantidade que a localização de eixo de nó troca significa que a estrutura de base continuará a ter o mínimo de deslocamento na montagem de eixo de nó através da FRO do transdutor. Novamente, minimizar o deslocamento nas montagens de eixo de nó (que são as montagens mais rígidas) significa menos transmissão de vibração ou de outros movimentos mecânicos indesejáveis para o alojamento de transdutor por meio de qualquer desacoplamento relativamente rígido.

[001621] O vértice de contato A502 das pirâmides A501 pode ser visto em detalhes nas figuras A5f e A5h onde uma ponta pequena/fina entra em contato com a estrutura de base de transdutor. Porque uma pequena área de contato está tocando e porque o material é complacente, o suporte provido nessas localizações é altamente complacente, em relação a outras localizações de suporte, por exemplo, (como as montagens de eixo de nó). É importante, na medida em que essas localizações são remotas a partir da localização de eixo de nó A506, que significa que estas partes do transdutor estariam, naturalmente, em um estado hipotético sem suporte (por exemplo, sem montagens e gravidade zero), sofrem deslocamentos significativos durante os modos de ressonância de uso. As montagens de desacoplamento relativamente mais complacentes permitem tais deslocamentos sem a transferência de maneira correspondente de altas cargas no alojamento.

[001622] As buchas A505 e arruelas A504, por outro lado, estão localizadas perto da localização de eixo de nó de transdutor A506 em que deslocamentos, no hipotético estado não suportado, são pequenos. Assim,

estes componentes são projetados para ter comparativamente menos complacência (ou seja, complacência relativamente menor (por exemplo, flexibilidade) em comparação com as montagens distais A501), e eles proveem a maior parte do suporte localizando o transdutor dentro do alojamento de transdutor. Prover montagens relativamente menos complacentes na localização de eixo de nó significa que a atos de desacoplamento para resistir ao movimento da localização de eixo de nó e também ajuda a suportar a tendência da estrutura de base de girar em torno do eixo durante a operação do transdutor – o que significa deslocamento/translação mínima nessa localização de desacoplamento rígido.

[001623] Referindo-se, agora, também às figuras A6a-i, o conjunto de transdutor de áudio A100 é configurado para se acoplar dentro de um alojamento de transdutor A613 do dispositivo de áudio usando o sistema de desacoplamento A500. O alojamento A613 compreende um corpo de alojamento A601 tendo um recesso em formato para receber e acomodar o conjunto de transdutor correspondente, e uma tampa A602 configurada para se localizar acima e fechar o recesso aberto in situ. A tampa A602 é rigidamente acoplada ao alojamento por um mecanismo de fixação adequado, tal como por meio de fixadores A603 localizados nos cantos do alojamento, por exemplo. A tampa A602 compreende um grelha ou aberturas A604 em uma região configurada para ser localizada adjacente ao conjunto de diafragma A101 quando o conjunto de transdutor de áudio é acoplado dentro do alojamento A613, para permitir a transmissão de pressão do som. O conjunto de transdutor de áudio (de modalidade A nesse exemplo em particular) é mostrado montado no alojamento de transdutor A613 nas Figuras A6c e A6g. Pirâmides de montagem distal A501 são indicadas na Figura A6c, uma das quais é detalhada na Figura A6d. Cada montagem A501 está conectada em ambos os lados às superfícies associadas usando um mecanismo de fixação adequado, tals

como por meio de um agente adesivo (por exemplo, adesivo epóxi). Uma das montagens distais A501 é conectada no lado de base a uma face interna da tampa A602 do alojamento e no lado de vértice oposto A502 à face principal associada A116 da estrutura de base de transdutor. A outra montagem distal A501 é conectada no lado de base a uma face interna A609 do corpo de alojamento A601 e no lado de vértice oposto A502 à face principal associada A117 da estrutura e base de transdutor (ver figura A6d, por exemplo, mostrando a conexão de uma montagem A501). Para esta modalidade, uma montagem distal A501 é acoplada à peça de polo A104 da estrutura de base (como mostrado na figura A6d) e a outra é acoplada à peça de polo A103 da estrutura de base (como mostrado na figura A5f). Será apreciado que, em modalidades alternativas, a orientação das montagens A501 pode ser revertida com o vértice de cada montagem acoplada à superfície de alojamento e a base da montagem da estrutura de base de transdutor.

[001624] As arruelas A504 e buchas A505 são conectadas ao corpo de alojamento de transdutor A601 por meio de dois tarugos A610 do sistema de desacoplamento, que são detalhadas nas Figuras A7a-f. Cada tarugo A610 compreende um corpo cilíndrico truncado tendo uma superfície plana ou substancialmente achatada e superfície substancialmente arqueada. Um recesso substancialmente anular A701 é formado na superfície plana para prover uma superfície de assentamento/escora para as respectivas arruelas A504. Uma abertura está localizada dentro do recesso e se estende transversalmente em (e, preferencialmente, mas não necessariamente se estende totalmente através de) uma cavidade interna A704 do corpo do tarugo A610. A cavidade A704 é dimensionada para receber e acomodar um pino de desacoplamento correspondente A107, A108 e bucha A505 do sistema de desacoplamento in situ. Como mostrado na figura A6h, a abertura compreende uma entrada de diâmetro reduzido em relação ao restante da abertura onde a bucha A505 se localiza in situ.

Isso cria uma armação interna ou batente A611 em que a bucha A505 se acomoda. O objetivo deste batente A611 será descrito mais detalhadamente abaixo. O corpo de cada tarugo compreende adicionalmente uma fenda estreita A702 estendendo-se longitudinalmente ao longo de um lado do tarugo. Uma abertura roscada A703 se estende através da porção curvada do corpo, substancialmente ortogonal à abertura de pino de desacoplamento e o eixo longitudinal do corpo, e é configurado para receber um prendedor roscado. A abertura A703 está alinhada com e estende-se para a fenda A702 de tal forma que após a inserção, um prendedor pode ser aparafusado totalmente em posição inicial para engatar e exercer força sobre o lado da fenda mais distal da abertura A703. Isso faz com que a base do corpo se expanda em tamanho/largura/diâmetro, permitindo, assim, que se engate com fricção e se encaixe dentro de um recesso correspondente A614 do alojamento do transdutor.

[001625] Com referência em especial às figuras A6h e A6i, para montar o transdutor de áudio de modalidade A dentro do alojamento A601, primeiro as arruelas A504 do sistema de desacoplamento são deslizadas sobre os pinos A107 e A108. Cada bucha A505 é, então, deslizada para a respectiva cavidade A704 do tarugo associado A610 a partir da extremidade de diâmetro aumentado até que ela assente sobre o batente interno A611. Os tarugos A610 com buchas retidas nela são deslizadas sobre os pinos A107 e A108 até que cada arruela entra em contato com o seu respectivo assento/recesso A701 do tarugo associado A610. O recesso A701 acomoda uma porção da espessura da arruela para formar, assim, uma lacuna A607 entre a parede periférica externa de estrutura de base de transdutor e o alojamento A601. Além disso, as almofadas de desacoplamento A501 são aderidas às faces principais associadas da estrutura de base de transdutor (preferencialmente, perto da borda transversal adjacente ao diafragma).

[001626] O conjunto de transdutor A100, com tarugo A610 retido nele, é então cuidadosamente localizado dentro do recesso correspondente do corpo de alojamento A601. Em particular, os tarugos A610 são alinhados e deslizados para os canais arqueados opostos correspondentes A614 do corpo A601. Uma vez no lugar, os parafusos sem cabeça A612 são inseridos nos orifícios A605 no corpo de alojamento A601 e são aparafusados nas aberturas roscadas A703 nos tarugos A610. Quando aparafusado totalmente em posição inicial, cada parafuso sem cabeça entra em contato com o lado/borda distal da fenda correspondente A702 e suavemente flexiona o lado estreito associado do tarugo A610 perto da fenda, assim, aumentando o diâmetro da base do tarugo e prendendo com fricção o tarugo dentro do canal associado A614 do corpo de alojamento A601. Dessa forma, o conjunto de transdutor torna-se engatado de maneira segura e com fricção dentro do recesso associado do alojamento.

[001627] Figura A6h mostra uma vista de detalhe de seção transversal de uma bucha de desacoplamento A505 e arruela A504 montada de maneira acomodada entre um tarugo A610, um pino A107 e o corpo de ímã A102 da estrutura de base de transdutor A115. Superfícies de batente de tarugo A611 estão a uma distância relativamente pequena e precisa do pino A107. Essa configuração significa que nenhum contato é feito entre o conjunto de transdutor e o alojamento de transdutor durante a operação normal. No caso de uma colisão ou uma queda, no entanto, a superfície de batente entrará em contato com o pino A107 impedindo qualquer grande deslocamento do conjunto de transdutor em relação ao alojamento. Isto previne, por sua vez, que o conjunto de diafragma A101 entre em contato com o alojamento de transdutor e seja danificado em tal evento.

[001628] Uma lacuna/brecha estreita e substancialmente uniforme A607 como mostrada nas Figuras A6g e A6h também é formada entre a estrutura/ímã de base de transdutor A102 e o corpo de alojamento A601

quando o transdutor é montado no alojamento. Esta lacuna estreita A607 pode se estender sobre pelo menos uma porção substancial do perímetro (e, de preferência, todo o perímetro) da estrutura de base A115. A lacuna A607 também pode reduzir ou fechar em algumas regiões em um caso de impacto como uma gota. Se movimento significativo ocorrer para os lados (na direção do eixo de rotação A114), em seguida, a estrutura de base de transdutor robusta A115 é configurada para bater no corpo de alojamento A601 antes do conjunto de membrana A101 mais frágil poder contatar o corpo de alojamento A601, e, assim, age como uma estrutura de proteção/batente adicional. Isto pode ser conseguido ao permitir uma lacuna relativamente mais estreita entre as bordas e os lados da estrutura de base de transdutor A115 e a parede interna adjacente do alojamento do que a lacuna entre as bordas e os lados do conjunto de membrana A101 e a parede interna adjacente do alojamento.

[001629] Como descrito acima, os batentes de estrutura de base de transdutor são usados para ajudar a proteger o conjunto de diafragma de batida no envoltório, especialmente no caso de uma colisão ou queda inusitada para o dispositivo de áudio. Estes batentes compreendem uma área ou ponto da estrutura de base de transdutor sendo fisicamente limitada por uma área ou um ponto do alojamento de transdutor, durante o caso de uma queda ou colisão incomum. No referido caso, os conjuntos localizados nos pinos A107 e A108 localizados perto de arruelas de desacoplamento A504 e de buchas de desacoplamento A505, facilitando tolerâncias de batente fina, sem a criação de susceptibilidade para contato indesejado no uso, resultando em perda de desacoplamento, por exemplo, no caso das tolerâncias de fabricação imperfeitas ou deslizamento de montagens.

[001630] Em outras palavras, o sistema de desacoplamento é configurado para prover uma lacuna substancialmente estreita entre a estrutura de base de diafragma e o alojamento nas montagens de

desacoplamento de eixos de nó. O intervalo estreito está localizado em um eixo longitudinal de cada pino de desacoplamento e é dimensionado de tal forma que seja relativamente menor do que uma lacuna entre o conjunto de diafragma e o alojamento, tal que as superfícies internas A611 do tarugo A610 possam agir como batentes para impedir movimento relativamente significativo entre o transdutor e o alojamento que, de outra forma, poderia fazer com que o conjunto de diafragma entre em contato com o alojamento. Uma lacuna adicional A607 é provida pelo sistema de desacoplamento (por ação da arruela) paralelo ao eixo longitudinal dos pinos de desacoplamento que é substancialmente mais estreito do que a lacuna entre o conjunto de diafragma e o alojamento para evitar que o conjunto de diafragma entre em contato com o alojamento quando o transdutor se move em direções substancialmente paralelas aos eixos longitudinais dos pinos de desacoplamento.

[001631] Referindo-se à figura A6i, neste exemplo, o dispositivo de áudio compreende adicionalmente batentes de excursão de diafragma A606 que também estão ligados, por exemplo, usando um agente adesivo como um adesivo epóxi, para uma parede interior dentro da abertura de transdutor do corpo de alojamento A601 de um lado e uma parede interna da tampa A602 do outro lado. Pode haver um ou mais de tais batentes. In situ, pode haver um ou mais (neste exemplo três) batentes A606 estendendo-se longitudinalmente e substancialmente uniformemente espaçados ao longo de cada face em uma região proximal à estrutura de diafragma do conjunto A101. Como mostrado na figura A6c, estes batentes A606 têm uma superfície angulada que está posicionada para entrar em contato com o diafragma no caso de qualquer caso incomum, tal como se o dispositivo fosse derrubado ou se um sinal de áudio muito alto fosse apresentado, que poderão causar superexcursão do diafragma. A superfície angulada é configurada para se localizar adjacente ao corpo de diafragma A208 in situ, para corresponder com o ângulo do corpo de diafragma se o

diafragma for inadvertidamente rotacionado neste ponto. Os batentes A606 são feitas substancialmente a partir de um material macio, tal como uma espuma de poliestireno expandido, para evitar danificar o diafragma. O material é de preferência relativamente mais macio do que o corpo de diafragma, por exemplo, (como pode ser de densidade relativamente menor do que a de poliestireno de tal corpo de diafragma) para atenuar os danos. Os batentes A606 têm uma grande área de superfície, de modo a desacelerar efetivamente o diafragma, mas não tão grande de modo a bloquear muito fluxo de ar e/ou a criar cavidades de ar preso que são propensas à ressonância.

[001632] Referindo-se às figuras A6g e A6h, como mencionado, há uma pequena lacuna A607 que se estende em torno de uma porção substancial, mas de preferência em toda a borda de perímetro do transdutor in situ. Esta lacuna é pequena, variando de 0,5 mm a cerca de 1 mm, para assegurar que pressão de som positiva em um lado do transdutor seja limitada a partir de cancelamento com pressão de som negativa do outro lado em uso. De preferência, o tamanho da lacuna é maior em locais mais distais a partir das montagens de desacoplamento mais rígidas A504/A505 em comparação com locais próximos às montagens de desacoplamento mais rígidas A504/A505, porque, em um cenário de queda, esses locais tendem a deslocar mais do que aqueles próximos às superfícies de batente, tal como A611.

[001633] Neste sistema de desacoplamento de exemplo da invenção, não há contato do conjunto de transdutor A100 com o alojamento de transdutor A601, exceto por meio do sistema de montagem de desacoplamento e, também, em alguns casos, através dos fios (não mostrado) que transportam a corrente para o circuito de bobina de motor A109 do conjunto de transdutor. Esses fios são, preferencialmente, aderidos completamente ao transdutor através de um agente adesivo, por exemplo, adesivo epóxi, para impedi-los de ressoar e zumbir. Eles

conduzem a partir dos enrolamentos da bobina A109, em torno da primeira dobra A403 (para evitar a quebra do fio, no caso de tensão de barra de torção em uma queda), ao longo do canto interno da dobra na região média de flexão A402 da barra de torção A106 (uma vez que este local não se estica ou se comprime significativamente no uso, arriscando fadiga do fio), em torno da segunda dobra A403, passa sobre a aba de extremidade A303 da barra de contato A105, e se estende ao longo da barra de contato em direção ao ímã A102. Na localização prática mais próxima ao local de eixo de nó de transdutor A506, sendo o local que sofre o mínimo de deslocamento durante a operação normal, os fios deixam o transdutor e passam através da lacuna de ar para o alojamento de transdutor a partir de onde eles levam ao amplificador e à fonte de áudio.

[001634] De preferência, o fio é preso em ambos os lados da lacuna e a porção intermediária é suficientemente curta para ser livre de ressonância, assim, preservando as características de ser substancialmente livre de ressonância de todos os elementos não desacoplados.

[001635] Observa-se que esses fios não são mostrados nos desenhos. Observa-se também que, embora o caminho do fio descrito seja considerado como sendo vantajoso em termos de, ambos, gestão de ressonância e também confiabilidade, é possível que outras configurações de fio também sejam eficazes e a invenção não se destina a ser limitada a este exemplo.

[001636] Preferencialmente, as montagens de desacoplamento A504, A505 e A501 são bem amortecidas, uma vez que o amortecimento ajuda com controle de ressonâncias. Preferencialmente, montagens são feitas de um material com relativamente baixa deformação, por exemplo, de polímero de uretano viscoelástico, caso contrário, quando submetido a cargas de longo prazo, tal como que, devido à gravidade, o transdutor pode se deslocar ao longo do tempo, potencialmente, causando contato contra o

alojamento ou contra um batente durante a operação normal. Isso, por sua vez, pode resultar em uma perda de eficácia de desacoplamento. A bucha de eixo de nó preferencialmente tem uma área de superfície de contato suficiente (em particular, a área de contato entre os pinos de desacoplamento A107, A108 e buchas A505), de modo que o stress de longo prazo na bucha está dentro do limite de stress de deformação do material sendo utilizado. A geometria das montagens e conexões para as montagens também podem ser projetadas de modo que a gravidade não estressa demasiadamente o material em situações de longo prazo

[001637] Será apreciado que os sistemas de desacoplamento descritos acima possam ser incorporados em um dispositivo de áudio com qualquer tipo de conjunto de transdutor de áudio e o transdutor de modalidade A utilizado na descrição acima é apenas exemplar para prover o contexto para o sistema de desacoplamento. Alguns conjuntos de transdutor de áudio preferenciais a serem combinados com o sistema de desacoplamento descritos acima serão descritos agora em mais detalhe.

[001638] O sistema de montagem de desacoplamento acima descrito é preferencialmente incorporado em um transdutor de áudio que compreende qualquer combinação de um ou mais (mas preferencialmente todos):

- um diafragma rígido espesso empregando uma abordagem rígida para controle de ressonância, conforme descrito na configuração de estruturas de diafragma R1-R4 na seção 2.2 do presente relatório descritivo ou como nas estruturas de diafragma descritas sob a configuração dos transdutores de áudio R5-R7 da seção 2.3,
- uma estrutura de base com geometria rígida e robusta descrita para o transdutor de áudio de modalidade A na seção 2.2.1 do presente relatório descritivo, e/ou

- uma suspensão de conjunto de diafragma como definida para os transdutores de áudio descritos na seção 2.3 desse relatório descritivo; e/ou
- um transdutor de ação rotacional com um sistema de dobradiças, como definido nas seções 3.2 ou 3.3 do presente relatório descritivo.

[001639] Combinar um ou mais dos conjuntos acima, estruturas ou sistemas com o sistema de desacoplamento aqui descrito (resulta em armazenamento de energia insignificante dentro da largura de banda operacional do transdutor de áudio, como mostrado pelos gráficos CSD/Waterfall descritos adicionalmente abaixo). O transdutor de áudio da modalidade A da invenção, por exemplo, incorporam uma combinação desse sistema de desacoplamento com todos os recursos de transdutor de áudio acima. Isto é explicado em mais detalhes em subseções posteriormente na seção 4 deste relatório descritivo.

Desacoplamento de Eixo de Nó

[001640] Com referência às figuras A5 e A6, como mencionadas anteriormente, os pinos de desacoplamento A107, A108 do sistema de desacoplamento A500 compreendem um eixo longitudinal que coincide substancialmente com o eixo de nó de um transdutor de áudio de ação rotacional ao qual eles são integrados ou conectados. O eixo de nó do transdutor de áudio pode ser observado quando o transdutor é operado em um estado insustentável hipotético em que nenhuma força de reação externa é exibida ou influencia a estrutura (tal como, as forças de reação exibidas devido às montagens, por exemplo). A localização de eixo de nó A506 de interesse é o local em torno do qual a estrutura de base de transdutor gira, devido às forças de reação exibidas durante oscilação de diafragma, quando o conjunto de diafragma e a estrutura de base são operadas no estado insustentável hipotético em frequências bem abaixo daquelas em que ressonâncias de diafragma indesejadas se manifestam. O

eixo em torno do qual a estrutura de base gira é referido nesse documento como o "eixo de nó de transdutor". A localização do eixo de nó durante um estado insustentável hipotético do transdutor é aqui referida como a localização do eixo de nó A506. Nos transdutores típicos tal um eixo ou não existe ou então ele está em um local que é remoto do conjunto de estrutura de base. No caso de muitos transdutores de ação rotacional e alguns outros acionadores, o eixo não existe perto ou dentro do conjunto de estrutura de base. No transdutor de áudio exemplar descrito acima, o eixo de nó é substancialmente paralelo com o eixo de articulação do conjunto de diafragma A101.

[001641] Geralmente, as montagens de desacoplamento devem ser obedientes contra translações a fim de ser eficaz, no entanto, no caso de transdutores de áudio de ação rotacional com uma estrutura de base de transdutor que (quando não limitada) se move com uma ação tendo um componente rotacional significativo durante o curso de operação normal, existe um caso especial em que montagens de desacoplamento A505/A504 podem estar localizadas em ou perto da localização A506 do nó de eixo em torno do qual referida rotação ocorre. Neste caso, estas montagens de desacoplamento não precisam prover um grau significativo de complacência translacional na medida em que facilitam de forma complacente as rotações em torno do eixo de nó. Uma vez que, durante o curso de operação normal, o transdutor não tentará transladar substancialmente neste local A506, apenas os deslocamentos de translação mínimos serão transmitidos para o invólucro ao qual ele é montado.

[001642] Além disso, se as vibrações são transmitidas a partir de fontes externas para dentro do transdutor por meio de translação destas montagens A505/A504, isso resultará em apenas translação mínima no ponto de dobradiça de diafragma que, por sua vez, significa que qualquer excitação do diafragma vai ser substancialmente limitada a rotações em

torno do eixo de articulação. O modo fundamental de diafragma atua como uma forma de desacoplamento bem-amortecido contra tal excitação. Quando a estrutura de base de transdutor é desacoplada dessa forma, o efeito descrito acima, por meio da qual a ressonância de invólucro e outras vibrações externas são mecanicamente amplificadas por meio do diafragma leve, vai ser em grande medida mitigado. Isso também funciona no caso dos transdutores de microfone, e implica que o microfone vai responder apenas minimamente às vibrações externas, apesar do fato de que há, efetivamente, uma articulação de dobradiça em sua montagem.

[001643] Isso significa que tais transdutores podem ser desacoplados por meio de um sistema de montagem que provê resistência a translações e é, portanto, robusto e confiável de maneira comparativa. Nota-se que é preferível que tais montagens realmente incorporam um grau de complacência, e mais preferencialmente, que eles também proveem amortecimento, uma vez que, na prática, o ponto de nó pode mudar um pouco ao longo da largura de banda operacional, ou mesmo ao longo do curso de uma única oscilação de diafragma.

FEA - determinação de eixo de nó

[001644] Como dito acima, a localização de eixo de nó do conjunto de estrutura de base de transdutor A506 é o local em torno do qual a rotação da estrutura de base ocorre, com translação zero ou mínima, quando o transdutor de áudio é operado em um estado insustentável hipotético. O estado insustentável hipotético é um estado em que não há forças de reação externas, tais como, a partir de montagens, outros além das forças exibidas devido à oscilação de diafragma. Esta situação poderia ser alcançada em gravidade zero desde que o transdutor não necessite montagens, no entanto gravidade zero é difícil de conseguir na prática.

[001645] Um método preferencial da invenção para determinar a localização de eixo de nó A506 é utilizar a análise de elemento finito (FEA)

para simular a operação de um conjunto de transdutor em gravidade zero, sem montagens de transdutor.

[001646] Uma abordagem alternativa para a simulação é operar o transdutor de áudio com uma excitação de entrada sinusoidal no diafragma do conjunto através de uma banda de frequência, e o movimento de estrutura de base resultante é analisado para identificar o local que passa por translação zero.

[001647] A localização A506 do eixo de nó pode ser determinada experimentalmente se o transdutor for montado usando montagens que são excepcionalmente flexíveis e leves, e que aplicam uma carga de suporte constantemente eficaz em reação à força resultante da gravidade. A resposta do transdutor para excitação sinusoidal, então, torna-se efetivamente independente das montagens, de modo que a localização A506 do eixo de translação zero pode ser determinado usando um sensor tal como um acelerômetro. Pode ser vantajoso usar um sensor que é leve em comparação com o acionador. Por exemplo, o conjunto de estrutura de base do transdutor poderia ser suspenso por meio de bandas de borracha complacentes finas ou pode se assentar em uma peça complacente e leve de espuma de células abertas ou enchimento de almofada. A excitação do acionador deve ocorrer em frequências suficientemente altas de tal forma que a complacência de montagem seja insignificante, mas também suficientemente baixa de tal forma que o transdutor se comporta em uma maneira de único-grau-de-liberdade, substancialmente.

[001648] Os acima são exemplos de que uma pessoa versada na técnica pode utilizar para determinar a localização do eixo de nó de um determinado conjunto de transdutor.

[001649] Referindo-se de volta ao método preferencial de usar FEA, existem várias abordagens utilizando FEA que podem ser consideradas, incluindo 1) análise Modal: Executar uma análise modal de FEA do acionador em gravidade zero, e o eixo de nó A506 é a parte da

estrutura de base que se translada apenas minimamente quando a frequência de ressonância de diafragma fundamental é observada ; 2) Análise de elemento finito dinâmico linear: Esta é outra análise de FEA do acionador, novamente em gravidade zero, com forças de excitação senoidal e as forças de reação aplicadas ao diafragma e à estrutura de base de transdutor, respectivamente, ao longo de uma ampla faixa de frequência de, por exemplo, 20Hz a 30kHz. As amplitudes de deslocamento nos locais de sensor simulados na estrutura de base podem ser calculadas, e a partir desta informação é possível determinar os locais na estrutura de base que sofrem o deslocamento mínimo. Este será o eixo de nó A506.

[001650] O método de análise modal 1) agora será descrito em mais detalhes.

[001651] Resultados de uma simulação de computador conduzida em conformidade com este método são ilustrados nas figuras A13a a A13m. Nesta simulação de computador, um modelo de transdutor é construído e utilizado por ser o mesmo e/ou substancialmente semelhante ao conjunto de transdutor da modalidade A descrito acima. O modelo representa o conjunto de transdutor sem o alojamento.

[001652] O transdutor é modelado como se flutuando no espaço livre. A densidade, o módulo e a razão de Poisson dos vários materiais usados foram modelados. Uma análise modal é realizada para identificar modos de ressonância inerentes ao transdutor. Uma vez que a simulação está em gravidade zero, os seis primeiros modos de ressonância calculados, compostos de três modos de rotação e três de translação de todo o transdutor, ocorrem em 0 Hz e são ignoradas. Outros modos de ressonância inerentes ao transdutor são mostrados na Fig. A13a-m.

[001653] O primeiro modo de ressonância relevante, que ocorre em 110 Hz, é o modo fundamental de operação do conjunto de diafragma A101 de rotação com relação à estrutura de base de transdutor A115, e isso é mostrado nas figuras A13a, b, c, d e e. Figuras A13a-d mostram um

gráfico de vetor do deslocamento, em que centenas de setas indicam a direção e a magnitude do deslocamento. A direção e o comprimento de cada seta indicam a direção e a magnitude do deslocamento do ponto do transdutor localizado na extremidade de cauda da seta.

[001654] O eixo de nó de estrutura de base de transdutor A506 pode ser visto aproximadamente paralelo ao eixo de rotação A114, embora um leve ângulo A1301 de cerca de 2,6 graus existe entre eles. Se a estrutura de base de transdutor foi mais simétrica em torno do plano sagital do corpo de diafragma A217, então, esses dois eixos estavam mais próximo do paralelo. Figura A13b mostra uma vista em direção A (indicada na Figura A13a), por meio do que a direção dos vetores de seta A1303 são todos concêntricos em torno de um ponto na estrutura de base de transdutor A115, assim, indicando a localização A506 do eixo de nó de transdutor.

[001655] As setas A1302 também indicando o deslocamento são, em geral, muito maiores do que as setas A1303 porque eles indicam que o movimento do diafragma é grande em comparação com aquele da estrutura de base de transdutor. Observa-se que as setas A1302 são tão condensadas e grandes que as setas individuais são difíceis de ver, e o traçado do conjunto de diafragma A101 é obscurecido.

[001656] Figuras A13d e A13e mostram a mesma visão isométrica do deslocamento de modo de ressonância fundamental, exceto Figura A13d é um gráfico de vetor e a Figura A13e é um gráfico de deslocamento que indica a magnitude do deslocamento pelo tom de cinza; quanto mais branca é a tonalidade de cinza, maior é o deslocamento.

[001657] Figuras A13f e g ilustram gráficos de deslocamento de estilo em escala de cinza e vetor do segundo modo de ressonância de diafragma (ao qual se faz referência como o primeiro modo de ruptura de diafragma) em 18,2 kHz, sendo um modo de torção de diafragma onde a

ponta de diafragma esquerda move-se para frente enquanto a ponta de diafragma direita move-se para trás, em oposição.

[001658] Figuras A13h e i ilustram gráficos de deslocamento de estilo em escala de cinza e vetor do segundo modo de ruptura de diafragma, em 19,4 kHz, sendo um modo de corte de diafragma onde a ponta direita e esquerda se movem na mesma direção para os lados.

[001659] Figuras A13j e k ilustram gráficos de deslocamento de estilo em escala de cinza e vetor do terceiro modo de ruptura de diafragma, em 19.9 kHz, sendo um modo de dobra de diafragma onde a região média da ponta de diafragma se desloca para frente e para trás.

[001660] Figuras A13l e m ilustram gráficos de deslocamento de estilo em escala de cinza e vetor do quarto modo de ruptura de diafragma, em 22 kHz, sendo um modo de diafragma em que a região média da ponta de diafragma se desloca para frente na medida em que ambos os lados, esquerdo e direito, da ponta de diafragma se desloca para trás.

[001661] Deve ser observado que, se um modelasse um transdutor que tivesse outras partes rigidamente conectadas à estrutura de base de transdutor, então, essas outras partes poderiam afetar a distribuição de massa da estrutura de base e também deveriam ser incluídas no modelo de computador. Portanto, o eixo de localização deve ser determinado para a totalidade do conjunto de estrutura de base de transdutor.

Desempenho do Sistema de desacoplamento

[001662] O desempenho do transdutor de áudio de modalidade A incluindo desacoplamento e outros aspectos de conjunto de transdutor preferenciais será descrito agora com referência a outra simulação.

[001663] Figura A14a ilustra o modelo de computador do mesmo modelo de transdutor de áudio descrito acima, que agora é montada sobre o seu sistema de desacoplamento, que é semelhante ao sistema de desacoplamento utilizado na modalidade A na Figura A5a e descrito na

seção 4.2 acima. Em particular, as montagens de eixo de nó A504, A505 estão localizados para coincidir com a localização de eixo de nó A506 determinada a partir da simulação não suportada acima, e montagens distais A505 estão localizados nas faces principais próximos/adjacentes da dobradiça de diafragma. Figura A14b mostra outra visão do mesmo modelo e indica a localização das seis localizações de sensores simulados: A1401, A1402, A1403, A1404, A1405 e A1406. Deve ser destacado que essa visão não mostra a bucha de desacoplamento A505, arruela de desacoplamento A504 e pino de desacoplamento A107 sobre o lado de localização do sensor do transdutor, mesmo que essas partes sejam incluídas no modelo de computador, a fim de não ocultar a localização de sensor A1405.

[001664] Localizações de sensores simulados são identificadas ao longo do lado do transdutor, A1401 na ponta do conjunto de diafragma A101, A1402 parte do caminho até o lado do diafragma, A1403 perto da base de diafragma, A1404 na estrutura de base de transdutor A115 razoavelmente perto do diafragma, A1405 na estrutura de base de transdutor e perto do orifício de montagem para desacoplamento do pino A107, e A1406 na estrutura de base de transdutor na extremidade mais distante do diafragma.

[001665] Este modelo de computador foi analisado usando análise de elemento finito harmônico/modal com superfícies do sistema de desacoplamento que estão normalmente tocando o alojamento de transdutor, fixado no espaço. Por exemplo, as superfícies cilíndricas externas das buchas de desacoplamento A505, as superfícies planas externas de arruelas de desacoplamento A504, e as superfícies planas de desacoplamento das pirâmides de desacoplamento A501 estavam todos fixados no espaço, pois isso representa a fixação dessas superfícies às partes estacionárias do alojamento (tal como o alojamento descrito na Figura A6a). Os gráficos de deslocamento dos oito primeiros modos de vibração são ilustrados nas figuras A14c a A14r.

[001666] O mesmo modelo também foi analisado utilizando análise de elemento finito (FEA) dinâmico linear e com forças senoidais e forças de reação aplicadas à estrutura de base de transdutor e diafragma, respectivamente, ao longo de uma faixa de frequência de 50 Hz a 30 kHz. As amplitudes de deslocamento nas localizações de sensor simulado foram calculadas versus frequência e são mostradas no gráfico da Figura A14s.

[001667] A14s é um gráfico de deslocamento de registro versus frequência de registro para as seis localizações de sensor simulado na simulação de transdutor com A1407 indicando o local para o sensor A1401, A1408 indicando o local para o sensor A1402, A1409 indicando o local para o sensor A1403, A1410 indicando o local para o sensor A1404, A1411 indicando o local para o sensor A1406 e A1412 indicando o plano para o sensor A1405.

[001668] Deve-se notar que para esta simulação uma razão de amortecimento de 2% foi usada para todos os materiais. Isso é baixo e não representa a resposta de amortecimento que poderíamos esperar ver dos materiais de desacoplamento utilizados, sendo polímeros de uretano viscoelásticos e borracha de silicone na implementação preferencial. A razão pela qual as razões baixas foram utilizadas é tal que os picos de ressonância associados cada modo são feitos mais nítidos e mais proeminentes, por isso estes modos podem ser facilmente identificados no gráfico da Figura A14s.

[001669] Figuras A14 (c-r) são resultados de análises harmônico-modais de vários modos de ressonância do transdutor e sistema de montagem de desacoplamento. Figuras A14c e d ilustram gráficos de deslocamento de estilo de escala de cinza e vetor, respectivamente, para a totalidade do alto-falante, em montagens de desacoplamento, para o primeiro modo de ressonância de desacoplamento em 64 Hz. Os gráficos indicam um modo de rotação em torno de um eixo localizado aproximadamente através das buchas de desacoplamento A505 e as

arruelas de desacoplamento A504. No gráfico mostrado na Figura A14s, a localização de frequência A1413 indica picos claros nos planos A1410, A1411 e A1412, correspondentes aos três sensores na estrutura de base de transdutor A115 e o gráfico para o sensor de diafragma A1409. Os gráficos A1407 e A1408 para os dois sensores mais próximos da ponta de diafragma mostram apenas um pequeno desvio na medida em que o deslocamento de diafragma associado com a ressonância fundamental do transdutor (W_n) oprime o deslocamento devido à primeira ressonância de desacoplamento. Nota-se que o deslocamento mostrado no gráfico A1412 é muito pequeno em 64 Hz, o que indica um bom desempenho com translação mínima na localização das montagens de desacoplamento de eixo de nó relativamente rígido A504, A505. Montagens de desacoplamento relativamente macias A501 são utilizadas em outros locais distantes da localização de eixo de nó A506 na medida em que esses locais parecem transmitir energia significativa e movimento em frequências até e em torno de 64 Hz.

[001670] Ressonância de diafragma fundamental do transdutor (W_n) em 111 Hz é a próxima ressonância no gráfico na Figura A14s, indicado na frequência A1414. O pico associado pode ser visto através de todos os seis sensores de gráficos de localização. Figura A14e e f ilustram gráficos de deslocamento de estilo em escala de cinza e vetor deste modo de ressonância, que é o mesmo que o modo que é mostrado nas figuras A13a-d. Deslocamentos mostrados em gráficos A1410, A1411 e A1412 são comparáveis em 64 Hz em termos absolutos, mas em relação ao deslocamento de diafragma que esses gráficos na verdade exibem no pico de 111 Hz. Isso ficaria mais evidente em um gráfico que é equalizado para fazer o deslocamento de diafragma constante através de todas as frequências. Assim, não há nenhuma ressonância de estrutura de base envolvendo deslocamento nas montagens de desacoplamento nessa frequência. Observa-se que, em operação normal, a frequência de

ressonância de diafragma fundamental será bem controlada pelo amortecimento elétrico.

[001671] Figuras A14g e h ilustram gráficos de deslocamento de estilo em escala de cinza e vetor do segundo modo de desacoplamento em 259 Hz indicado na frequência A1415, sendo um modo de translação, com o transdutor se movendo para trás e para frente substancialmente em uma direção voltada para e distanciada da ponta do diafragma. Figuras A14i e j ilustram gráficos de deslocamento de estilo em escala de cinza e vetor do terceiro modo de ressonância de desacoplamento em 266 Hz, sendo um modo de translação primário. Os picos associados destes dois modos podem ser vistos no gráfico da Figura A14s no local A1415, mas só em três sensores posicionados na estrutura de base de transdutor A115. Como ambos destes modos são muito próximos em termos de frequência, os dois picos se fundiram em um só. Observa-se que estes dois modos resultam em amplitudes de deslocamento muito pequenas, e isso é porque eles são pouco excitados devido à disposição das principais montagens que afetam o modo do eixo de nó de estrutura de base onde deslocamentos são pequenos. Isso indica que o projeto de montagem de desacoplamento tem atenuado com sucesso esses dois modos de ressonância. Observa-se também que, se valores realistas para o amortecimento de desacoplamento forem utilizados no modelo, então, o deslocamento seria ainda mais reduzido.

[001672] Figura A14k ilustra gráficos de deslocamento de estilo em escala de cinza e vetor do quarto modo de ressonância de desacoplamento em 345 Hz, sendo um modo de rotação. Este modo em particular não pode ser visto claramente em qualquer um dos gráficos no gráfico da Figura A14s (e, então, este local não é indicado) na medida em que a força aplicada pela bobina e força de reação aplicada pela estrutura de base de transdutor atuam em uma direção e são aplicadas em um local

que não as excita bem. Novamente, isso indica que o projeto de montagem de desacoplamento atenuou com sucesso esse modo de ressonância.

[001673] Figuras A14m e n ilustram gráficos de deslocamento de estilo em escala de cinza e vetor do quinto modo de ressonância de desacoplamento em 468 Hz, sendo um modo de rotação. Figuras A14o e p ilustram gráficos de deslocamento de estilo em escala de cinza e vetor do sexto modo de ressonância de desacoplamento 479 Hz, sendo um modo de translação primário, embora haja também uma ação de rotação significativa como indicado pelas linhas de deslocamento circular vistas na Figura A14p. Na medida em que ambos destes modos são muito próximos em termos de frequência, os dois picos se fundiram em um só, indicado na localização A1416. Este é outro caso em que ambos os modos resultam em amplitudes de deslocamento muito pequenos, indicando que eles foram atenuados com sucesso através da escolha de complacência e localizações de montagem de desacoplamento.

[001674] Figuras A14q e r ilustram gráficos de deslocamento de estilo em escala de cinza e vetor do segundo modo de ressonância de diafragma (que será referido como o primeiro modo de ruptura de diafragma) em 18,2 kHz, e é um modo de torção do diafragma (também mostrado nas figuras A13f-g). Um pico associado pode ser visto em todos os gráficos no gráfico na Figura A14s, no local A1417. Nesta banda de frequência, o diafragma do transdutor não se comporta mais em uma forma de único grau de liberdade e isso significa que é improvável que o transdutor tenha um eixo de nó mesmo perto do local das montagens de desacoplamento. No entanto, uma vez que os deslocamentos de alta frequência são pequenos e todas as montagens possuem alguma complacência, o desempenho de desacoplamento deve ainda ser bom.

[001675] Para este transdutor, o gráfico A1412, correspondente à localização A1405 das montagens de desacoplamento mais robustos/

menos complacentes, indicam o menor deslocamento de todas as localizações de sensores ao longo de toda a FRO.

[001676] Um benefício desse sistema de desacoplamento é que apenas um dos seis modos de ressonância de sistema de desacoplamento é fortemente excitado e afeta significativamente o deslocamento do diafragma. Os outros cinco modos têm apenas um pequeno efeito sobre ambos, o diafragma e até mesmo a estrutura de base, como pode ser visto pelo fato de que todos os picos associados são ordens de magnitude menor do que o deslocamento do diafragma na mesma frequência. Outro benefício deste sistema de desacoplamento é que, apesar do fato de que o sistema de montagem é relativamente robusto e menos complacente do que alguns outros, o um modo de ressonância de sistema de desacoplamento que é excitado ocorre na frequência relativamente baixa de 64 Hz (embora note-se que isso pode não ser a frequência na modalidade de mundo real). Além disso, todos os modos de ressonância de sistema de desacoplamento são altamente amortecidos.

Resultados de Simulação Explicados

[001677] Um sistema de suspensão simplificado é um sistema de amortecimento massa-mola de único grau de liberdade clássico em que uma força é aplicada à massa e a ideia é minimizar a transferência de força para a base à qual a mola e o amortecedor estão conectados. Normalmente, o desacoplamento é alcançado na região de "massa controlada" que se situa acima da frequência de ressonância. Em torno da frequência de ressonância (a região de amortecimento controlada) e abaixo da ressonância (a região de rigidez controlada) o sistema de desacoplamento é geralmente ineficaz.

[001678] Movendo-se a um transdutor tridimensional generalizado em um sistema de desacoplamento, há agora seis graus de liberdade do transdutor movendo-se no sistema de desacoplamento (além de um sétimo grau de liberdade que ocorre em baixas frequências associadas com a

frequência de ressonância de diafragma fundamental). Os seis graus de liberdade são três de translação ao longo de três planos ortogonais, e três de rotação em torno de três eixos ortogonais de rotação. No caso da modalidade A, seis modos de ressonância de transdutor associados são mostrados nas Figuras A14c/d, A14g/h, A14i/j, A14k/l, A14m/n e A14o/p. A sétima frequência de ressonância de diafragma fundamental é mostrada em A143e/f.

[001679] Como com o sistema de único grau de liberdade, em um transdutor tridimensional generalizado associado ao sistema de desacoplamento, o desacoplamento é atingido tipicamente apenas na região de massa controlada, que se situa além da ressonância de transdutor de maior frequência. No caso do transdutor de modalidade A, o modo de ressonância de frequência mais alta quando o transdutor é montado usando um sistema de desacoplamento é mostrado na Figura A14o/p, e ocorre em cerca de 479 Hz na simulação. Isto normalmente implica em que o sistema de desacoplamento só começa a tornar-se eficaz em frequências mais altas, tais como, talvez, acima de 958 Hz (duas vezes a maior frequência de ressonância). No entanto, como descrito na seção 4.7 acima, além disso, o sistema de desacoplamento é descrito em seção 4.2 e simulado é eficaz para abaixo das frequências próximas do modo de ressonância mais baixo, mostrado na Figura A14c/d ocorrendo em aproximadamente 64 Hz.

[001680] Isso mostra que este sistema de desacoplamento é novo, em que o desempenho de desacoplamento é mantido em frequências abaixo do modo de ressonância mais alto dos outros modos de ressonância de montagens de desacoplamento em transdutor, incluindo todos os outros cinco modos de ressonância para baixo em direção à região de massa controlada com relação ao menor modo de 64 Hz. Isto é evidente desde os níveis relativamente baixos de deslocamento observados nas frequências

ressonantes em relação ao deslocamento pretendido do diafragma durante a operação.

[001681] Isso se deve, essencialmente, pelo fato de que a localização das montagens de desacoplamento de eixo de nó relativamente menos complacente A504, A505 na localização de eixo de nó do transdutor A506 de aproximadamente zero translação (no estado hipotético sem suporte) permite mover-se, efetivamente, da mesma forma como se estivesse em gravidade zero, sem comprimir as montagens rígidas. Este projeto de desacoplamento pode ser visto como um alinhamento do comportamento do sistema de desacoplamento com o comportamento de "gravidade zero" do transdutor de modo que em frequências nas regiões de ressonância controla e rigidez do sistema de desacoplamento/transdutor geral (um "primeiro estado operatório"), em que o deslocamento é afetado pelas montagens de transdutor, e também em frequências na região de massa controlada do transdutor (o "segundo estado operatório", que é como 'gravidade zero') quando o deslocamento não é afetado ou é menos afetado pelas montagens de transdutor, o deslocamento do transdutor compreende uma rotação em torno de substancialmente o mesmo eixo. Este alinhamento significa que apenas as montagens distais mais complacentes A501 localizadas longe do eixo A506, que estão sendo utilizadas de forma a desacoplar significativamente movimentos de translação e melhorar o desempenho de desacoplamento durante a operação (enquanto as montagens de eixo de nó fazem com que o dispositivo opere como se estivesse em estado de "gravidade zero"). Estas montagens distais A501 são suficientemente complacentes de tal forma que, no caso do transdutor de modalidade A, o modo de ressonância associado que ocorre na baixa frequência de 64Hz.

Faixa de frequência de Operação (FRO)

[001682] O modelo de computador do acionador simulado discutido anteriormente com relação à Figura A14a, pode ter uma faixa de

frequência de operação que se estende tão baixo quanto 20 Hz, embora com uma frequência fundamental de 111 Hz, o volume cairá rapidamente. O limite inferior deste acionador variará dependendo da configuração final em que é implantado.

[001683] Quando implementado como um alto-falante pessoal, um "efeito de proximidade", devido à grande proximidade com o ouvido, pode aumentar o volume das frequências de graves. Se o lado do tímpano do diafragma é um pouco selado, então, a resposta de grave pode ser aprimorada.

[001684] Observa-se que há potencial para ajustar a frequência de ressonância fundamental e o amortecimento do modo fundamental ao controlar a vedação entre o lado de tímpano do lado de pressão de ar positiva do transdutor e o outro lado, de pressão de ar negativa.

[001685] A extremidade superior da resposta de frequência desse alto-falante poderia estender-se perto do que é normalmente considerado o limite da audição humana (20 kHz). O primeiro modo de ruptura de diafragma é em 18,2 kHz, e é um modo de torção. Este pico A1417 pode ser visto claramente no plano de deslocamento A1407 (na Figura A14s) pelo sensor A1401 na ponta de lado do diafragma. Se este modo era para ser medido com um microfone em eixo, seria difícil discernir como o modo não é fortemente excitado e porque pressão de som positiva criada no lado esquerdo do diafragma é cancelada pela pressão de som negativa no lado direito do diafragma. No gráfico Waterfall real na Figura H2a, este modo, na localização H203, mostra muito pouco, de modo que FRO possa ser estendida ainda mais alta.

[001686] O segundo modo de ruptura de diafragma na simulação de computador, ocorrendo em 19,4 kHz, também está equilibrado e não moverá uma quantidade significativa de ar de modo que não seja realmente capaz de ser visto no gráfico de deslocamento da Figura A14s.

[001687] O terceiro modo de ruptura de diafragma na simulação de computador, ocorrendo em 19,9 kHz, o que corresponde ao pico de A1418 no gráfico de deslocamento da Figura A14s, é um modo de dobra do diafragma, e é um modo de que é suscetível à excitação. Este modo vai criar um pico notável tanto em um gráfico Waterfall como também em um gráfico de resposta de frequência. É preferível que a FRO esteja abaixo da frequência deste modo na medida em que resulta em distorção de áudio significativa, embora neste caso a distorção está à margem da largura de banda audível.

4.2.2 Transdutor de Modalidade E – Sistema de desacoplamento

[001688] Referindo-se às figuras E1 e E2, uma modalidade de um dispositivo de transdutor de áudio E200 (referido neste documento como o transdutor de áudio da modalidade E) é mostrada compreendendo um conjunto de diafragma E101 que é acoplado de forma pivotante a uma estrutura de base de transdutor A118 por meio de um conjunto de dobradiça adequado. Como mostrado na figura E2 o conjunto de transdutor E200 é acomodado dentro de um alojamento de transdutor E118b. Os alojamentos de transdutor compreendem pinos de desacoplamento E208 que são similares aos pinos de desacoplamento descritos no sistema de desacoplamento da seção 4.2 na estrutura de base. O local dos pinos de desacoplamento foi determinado ao modelar cada parte do conjunto E200 mostrado na Figura E2 para determinar o local de eixo de nó para a estrutura de base de transdutor incluindo o alojamento de transdutor E118b e a estrutura de base E118a e conjunto de diafragma E101 acomodados nele. Isso ajuda a identificar o local preferencial para o desacoplamento do conjunto a partir de outra parte do dispositivo de áudio como descrito anteriormente na seção 4.6. Essa outra parte poderia ser, por exemplo, outro defletor, um invólucro, um alojamento ou uma faixa de cabeça de um headphone. Os pinos de desacoplamento E208 foram localizados em ou próximo a este eixo de nó.

[001689] Um sistema de montagem de desacoplamento preferencial para esta modalidade poderia compreender montagens flexíveis, tais como aquelas feitas a partir de um elastômero, para prover o máximo de suporte para o conjunto mostrado na Figura E2 localizado nos pinos de desacoplamento E208. O sistema também incluiria montagens distais adicionais localizadas longe do eixo de nó, conforme descrito na seção 4.2, para prover suporte de luz impedindo a montagem de rotacionar muito longe com relação à parte do dispositivo de áudio à qual o conjunto é desacoplado, e para impedir as duas partes da operação de duração de toque. O sistema de montagem de desacoplamento descrito não é mostrado totalmente nas figuras, mas é semelhante ao sistema para desacoplar o transdutor de modalidade A como mostrado na Figura A2 e descrito na seção 4.2.

4.2.3 Transdutor de Modalidade U – Sistema de Desacoplamento Construção

[001690] Referindo-se a figura U1, é mostrado um dispositivo de áudio que tem um transdutor de áudio U101 que é montado em um alojamento (ou parte de um alojamento) ou envoltório U102 por meio de um sistema de desacoplamento U103 da invenção. O sistema de desacoplamento U103 compreende montagens complacentes e flexíveis U103a-c, localizadas em torno da periferia do transdutor U101. O sistema de montagem de desacoplamento é configurado para manter um pequeno intervalo U104 em torno de uma porção substancial da periferia, e preferencialmente toda a periferia, além dos locais de montagem, do transdutor U101, entre o transdutor U101 e o alojamento U102. Referindo-se também a figura do U2, o transdutor U101 é uma ação linear transdutor composto por um transdutor de estrutura de base U202 e uma membrana U201 acoplada de maneira móvel à estrutura de base. A estrutura de base U202 compreende uma geometria compacta e rígida substancialmente grossa e inclui uma câmara substancialmente oca e aberta U215 em um

lado para acomodar o conjunto de diafragma móvel U201. Deve ser destacado que o conjunto de estrutura de base de transdutor compreende a parte U202, e também o conjunto de ímã consistindo em ímã U205 e peças polares U206a-c. Nesta modalidade, o conjunto de diafragma U201 é suportado em posição relativa à câmara U215 por fluido ferromagnético. É de se apreciar que outros mecanismos podem ser utilizados para suportar o conjunto de diafragma dentro da câmara U215 em modalidades alternativas, como seria evidente para aqueles versados na técnica. O conjunto de diafragma é reciprocamente móvel dentro da câmara U215 para converter o som. Em particular, o mecanismo de transdução compreende um mecanismo eletromagnético, incluindo uma bobina U209 estendendo-se lateralmente a partir da estrutura de diafragma U212 em um campo magnético gerado pelo ímã U205 e peças polares associadas U206a-c. O conjunto de diafragma U201 está alinhado e não se conecta à câmara tal que uma lacuna substancialmente uniforme U203 é mantida entre a periferia externa da estrutura de diafragma U212 e a periferia interna da câmara U215. Como tal, o transdutor de áudio dessa modalidade compreende uma estrutura de diafragma que é substancialmente livre de conexão física com uma estrutura circundante, tal como definido para a configuração de transdutores de áudio R5-R7 na seção 2.3 deste relatório descritivo. A estrutura de diafragma, no entanto, pode ou não pode compreender reforço interno e/ou externo nessa modalidade.

[001691] Com referência novamente à figura U1, o sistema de desacoplamento U103 compreende uma pluralidade de montagens que é distribuída em torno da periferia do transdutor de áudio, e, em particular, a estrutura de base de transdutor U202. Nesta modalidade, um par de montagens de desacoplamento U103b e 103c está localizado e distribuído em torno de uma cavidade U105 e uma terceira montagem está localizada no lado/extremidade oposta da estrutura de base U202. Será apreciado um número diferente de montagens pode ser usado em outras modalidades

alternativas. As montagens U103b e U103c se acoplam entre a parede periférica exterior da cavidade U105 adjacente à estrutura de diafragma e a parede periférica interna do alojamento U102. A parede interna do alojamento compreende um recesso que corresponde e é configurado para acomodar a montagem associada U103b, U103c. Cada montagem compreende uma face de extremidade interna curvada para corresponder com a parede periférica externa curvada da cavidade U105. Uma face de extremidade em oposição da montagem U103b, 103c também é curvada para se corresponder com a parede interna do recesso de alojamento associado. Uma terceira montagem de desacoplamento U103a se localiza em um lado oposto da estrutura de base de transdutor U202 para a cavidade U105, entre uma face de extremidade da estrutura de base e a parede interna do alojamento. A montagem U103a se localiza dentro de um recesso correspondente na parede interna do alojamento. Esta montagem U103a compreende faces de extremidade opostas substancialmente planas com a face de extremidade substancialmente plana da estrutura de base e face plana do recesso. Uma extremidade de cada montagem U103a-103c é flangeada para residir dentro de um sulco correspondente (não mostrado) no recesso correspondente in situ. Cada montagem U103a-c compreende uma espessura substancialmente maior do que a profundidade do recesso de alojamento correspondente, para, assim, criar uma lacuna substancialmente uniforme U104 em torno da estrutura de base de transdutor entre a parede periférica exterior da estrutura de base e a parede periférica interior do alojamento. Cada montagem U103a-c é, de preferência, formada a partir de um material flexível e complacente adequado, tal como materiais plásticos macios, por exemplo, um material de borracha ou silicone. Além disso, as montagens são, de preferência, acopladas de maneira rígida em ambos os lados à estrutura de base e alojamento por meio de qualquer método adequado, tal como um agente adesivo como seria evidente para aqueles versados na técnica.

[001692] A montagem U103a se localiza em ou perto do eixo de nó do transdutor U101, sendo o eixo em torno do qual o transdutor de áudio giraria em um estado hipotético não suportado durante a oscilação do conjunto de diafragma. Figura U2h mostra a localização do eixo de nó U214 para o transdutor de áudio dessa modalidade. Neste exemplo, a montagem de eixo de nó U103a se localiza dentro de uma distância de aproximadamente 10% do comprimento longitudinal da estrutura de base/conjunto de transdutor do eixo de nó. Será apreciado que, em formas alternativas, a montagem pode ser localizada em uma distância menor do que 25% ou 20% ou 15% da dimensão menor do conjunto de estrutura de base como descrito previamente. Esta montagem pode ser relativamente menos complacente do que as montagens distais U103b e 103c em algumas configurações. As montagens distais U103b e U103c são distais a partir do eixo de nó. Elas são encontradas em uma distância de aproximadamente 80-90% do comprimento da estrutura de base a partir do eixo de nó, mas será apreciado que elas podem ser localizadas em uma distância maior do que 25% ou 40% em modalidades alternativas. As montagens distais U103b e U103c podem ser relativamente mais complacentes do que a montagem de eixo de nó U103a como descrita previamente.

Desempenho

[001693] O sistema de desacoplamento da Modalidade U foi projetado para ter um perfil de complacência que atende aos critérios de desempenho e considerações de projeto ajustados na seção 4.4 deste relatório descritivo. Este desempenho deste transdutor de áudio foi simulado e os resultados são explicados abaixo.

[001694] Figuras U2g-m são representações de análise modal da FEM da frequência de ressonância de diafragma fundamental, que ocorre em aproximadamente 41Hz quando o transdutor de áudio desta modalidade é simulada em um estado não suportado hipotético. Observa-se que, para

os fins desta análise, a suspensão de diafragma é modelada como silicone fino em oposição com o fluido ferromagnético para tornar a análise mais fácil de configurar.

[001695] Como pode ser visto nas Figuras U2i e U2j, o transdutor de áudio tem um eixo de nó U214 em torno da qual a estrutura de base U202 rotaciona quando no estado não suportado hipotético. Isso, apesar do fato de que o diafragma se move com uma ação substancialmente linear, devido ao perfil assimétrico do transdutor de áudio e a localização do conjunto de diafragma e câmara U215 em um lado da estrutura de base.

[001696] Figuras U3c e U3d ilustram os resultados de uma análise modal da FEM do alto-falante montado nas montagens de desacoplamento U103a-c. Essas figuras ilustram o modo de ressonância de frequência mais alta envolvendo o movimento da estrutura de base de alto-falante nas montagens de desacoplamento. Na simulação, este modo de ressonância ocorreu em aproximadamente 173 Hz. Observa-se que, neste caso, as montagens são assimétricas que, em geral, como é o caso aqui, os resultados em todos os modos de ressonância sendo excitados quando o conjunto de diafragma é operado. Nota-se também que as faces externas de montagens N103a-c são fixadas no espaço, na simulação, e esta suposição é válida se o envoltório de alto-falante e/ou invólucro é relativamente rígido e pesado.

[001697] O nível de complacência provido pela montagem de desacoplamento 103a-c significa que este transdutor de áudio é suficiente para ser operado como um transdutor de áudio de faixa média, por exemplo, tendo uma FRO de aproximadamente 100 Hz-1600 Hz. O oitavo valor equivalente desta FRO é de 4 oitavos. Considerando o caso b) dos critérios de complacência descritos na seção 4.3.1 abaixo, então, o limite inferior do FRO ($100 \text{ Hz} \times 2^{(4/4)} = 100 \text{ Hz} \times 2^1 = 200 \text{ Hz}$). 200 Hz é mais do que a frequência de modo de ressonância mais alta de 173Hz deste transdutor de áudio. Desde o modo de 173 Hz é a ressonância de

frequência mais alta da estrutura de base nas montagens de desacoplamento, isto significa que o sistema de montagem de desacoplamento é suficientemente complacente de tal forma que todos os modos de vibração da estrutura de base nas montagens de desacoplamento ocorrem em frequências inferiores a 200 Hz. Em outras palavras, as ressonâncias deste transdutor de áudio são restritas ao menor $\frac{1}{4}$ de FRO, tornando possível como um transdutor de faixa média de acordo com este critério.

4.3 Desacoplamento Geral - Considerações de Projeto

[001698] A simulação descrita acima leva a alguns princípios de operação e considerações de projeto que serão descritos abaixo para ajudar a projetar sistemas de desacoplamento eficaz como por os sistemas de desacoplamento descritos nas seções 4.2.1-4.2.3 deste relatório descritivo. Será evidente para aqueles versados na técnica de que estes princípios e considerações podem ser usados para projetar um sistema de desacoplamento alternativo àqueles descritos nas seções 4.2.1-4.2.3 e tais projetos alternativos com base nestes princípios e considerações não se destinam a serem excluídos do escopo da presente invenção. A menos que especificado de outra maneira, a referência a um sistema de desacoplamento dessa invenção deve ser interpretada a incluir não apenas as modalidades descritas na seção 4.2, mas também aos sistemas de desacoplamento que podem ser projetados em conformidade com as considerações a seguir.

4.3.1 Modos de Excitação fora ou perto dos limites da FRO

[001699] Para alcançar um desempenho razoável, o sistema de desacoplamento pode ser projetado de tal forma que todos os modos de vibração da estrutura de base que estão significativamente excitados durante a operação da estrutura de diafragma que causam movimento significativo (da estrutura de base) ocorrem em frequências que estão fora

da FRO do transdutor ou, pelo menos, perto de dentro de uma faixa de frequência inferior da FRO.

[001700] As considerações primárias são a complacência e/ou o perfil de complacência do sistema de desacoplamento, e o local do sistema de desacoplamento em relação ao conjunto de estrutura de base (ou outro componente, é desacoplamento). A frase "perfil de complacência" em relação ao sistema de desacoplamento é destinada a compreender o grau geral de complacência associado com todas as montagens de desacoplamento e/ou os graus relativos de complacência entre as montagens de desacoplamento distribuídas em diferentes locais do conjunto de transdutor.

[001701] Em algumas modalidades, por exemplo, para desacoplamento efetivo, a complacência ou o perfil de complacência do sistema de montagem de desacoplamento e a localização do sistema de montagem de desacoplamento em relação ao conjunto de estrutura de base associada, é tal que todos os modos de vibração que são significativamente excitados durante a operação do transdutor de áudio associado para causar movimento significativo do conjunto de estrutura de base, em relação a pelo menos outra parte do dispositivo de áudio que não é o diafragma, ocorrem em frequências inferiores a:

- a) a FRO do transdutor de áudio;
- b) o limite inferior da $FRO \times 2^4$ ((um valor de um oitavo equivalente a FRO)/4);
- c) o limite inferior da $FRO \times 2^2$ ((um valor de um oitavo equivalente a FRO)/2);

[001702] Por exemplo, se a FRO é de 150 Hz para 9600 Hz, então a FRO é de exatamente 6 oitavos ($9600 = 150 \times 2^6$). Então, o valor de um oitavo equivalente à FRO é 6.

[001703] Como descrito acima, o único modo de ressonância que é significativamente excitado durante a operação do diafragma do

transdutor de áudio, associado para causar movimento significativo do conjunto de estrutura de base em relação a pelo menos uma outra parte do dispositivo de áudio que não é o diafragma, é o que ocorre no 64 Hz. Isso significa que o caso a) se aplica, porque $64 \text{ Hz} < a \text{ FRO do transdutor de áudio (ou seja, } < 150 \text{ Hz.)}$ Neste caso, o desempenho de desacoplamento é grande porque nenhum modo de desacoplamento é excitado durante a operação normal (150 Hz-9600 Hz).

[001704] Se o transdutor foi utilizado a partir de 20 Hz a 10.240 Hz, então, o valor de um oitavo equivalente à FRO é de 9 oitavas. Isso significa que caso b), acima, se aplica, porque $64 \text{ Hz} < \text{o limite inferior da FRO} \times 2^{\frac{((\text{um valor de um oitavo equivalente da FRO})/4)}{4}} = 20 \text{ Hz} \times 2^{\frac{9}{4}} = 95 \text{ Hz}$. A banda de frequência de 95 Hz a 10.240 Hz compreende $\frac{3}{4}$ da FRO, portanto, o transdutor é ainda desacoplado sobre a maioria da FRO, o que significa que o desempenho ainda é muito bom.

4.3.2 Minimizando a Troca da localização do Eixo de Nó

[001705] Na prática, um transdutor montado em um sistema de montagem de desacoplamento de alta qualidade pode ter uma localização de eixo de nó de transdutor que se move durante a operação. Em uma faixa de frequência relativamente baixa (com relação à FRO), o movimento da estrutura de base de transdutor, e uma localização de eixo de nó, se houver, são definidos primeiramente pelas restrições mecânicas do sistema de montagem de desacoplamento (tal como a complacência relativa nas montagens A504, A505 e A501) - doravante referidas aqui como o "primeiro estado operatório". Em geral, o movimento da estrutura de base de transdutor será diferente, e se houver um eixo de nó, então, ele será trocado, em comparação com o movimento no estado não suportado hipotético do transdutor.

[001706] Em frequências fora desta faixa de frequência mais baixa, o movimento da estrutura de base de transdutor, e a localização de eixo de nó se houver, torna-se definido primariamente pela localização e

direção das forças aplicadas à estrutura de base de transdutor (tal como as forças de reação a partir da oscilação de diafragma e/ou forças de ressonância) e pela distribuição de massa do conjunto de estrutura de base – aqui referido como o "segundo estado operativo" (que é tipicamente o mesmo que a localização do eixo de nó no estado não suportado hipotético).

[001707] O sistema de desacoplamento descrito na seção 4.2.1 resiste ou reduz pelo menos significativamente a mudança no movimento, incluindo o aspecto da mudança na localização de eixo de nó. O sistema de desacoplamento é projetado de tal forma que há movimento muito mínimo ou nenhum da localização de eixo de nó dentro da FRO para minimizar ou impedir o movimento de translação às localizações de desacoplamento menos complacentes.

[001708] Nem todos os transdutores montados em um sistema de montagem de desacoplamento terão um eixo de nó em ambos o primeiro e o segundo estado operativo, na medida em que é possível que os modos de ressonância associados sejam puramente translacionais em um ou ambos os estados. O segundo estado operativo é o modo preferível de operação para a maioria da largura de banda da FRO e, particularmente, nas frequências em que um alojamento ou defletor ou invólucro, etc. a partir do qual o transdutor é desacoplado, tem ressonâncias que podem ser excitadas se o desacoplamento for ineficaz. Se um eixo de nó de transdutor existe para o segundo estado operativo, então é preferível projetar o sistema de montagem de desacoplamento de tal forma que a localização deste eixo não se mude para longe no primeiro estado operativo ou pelo menos de que qualquer mudança no eixo deve ocorrer em uma frequência relativamente baixa (em relação à FRO).

[001709] Como foi descrito no caso do transdutor de áudio da modalidade A dessa invenção, isso é conseguido quando a maioria do suporte provido pelas montagens de eixo de nó A504, A505, ou seja, as

montagens relativamente menos complacentes, estão localizadas no, ou pelo menos perto do eixo do transdutor de translação zero no estado não suportado hipotético (este estado sendo equivalente ao "segundo estado operatório").

[001710] Se o transdutor de áudio de modalidade A usou um sistema de montagem de desacoplamento que não tem a maioria do suporte provido perto da localização de eixo de nó de transdutor de segundo estado operatório, então, um ou mais dos modos de ressonância de sistema de desacoplamento/transdutor de frequência mais alta seria fortemente excitado e, além disso, tal excitação resultaria em uma mudança na localização de eixo de nó durante uma mudança a partir do segundo estado operatório para o primeiro estado operatório. Considerando que a complacência rotacional nas montagens de eixo de nó permanecem relativamente pequenas, um aumento suficiente na complacência translacional do sistema de desacoplamento nas montagens de eixo de nó A504 e A505, em relação à complacência das montagens distais A501, farão com que este local se torne um eixo de nó no primeiro estado operatório, bem como no segundo estado operatório, o que significa que a mudança a partir do segundo para o primeiro estado operatório (e vice-versa) vai ocorrer em uma frequência inferior (com relação à FRO) como regido primeiramente, pela complacência das montagens distais mais macias.

[001711] Por exemplo, uma configuração de desacoplamento subótima pode ser um alto-falante de diafragma em cone padrão que tem operação de diafragma translacional e exibindo simetria de rotação, mas tendo complacência de montagem de desacoplamento assimétrico. Este sistema pode apresentar um segundo estado operatório não tendo nenhum eixo de nó de transdutor, e um primeiro estado operatório onde há um eixo de nó de transdutor, e a transição a partir do segundo estado para o primeiro pode ocorrer em frequência relativamente elevada. Neste caso, o

sistema de desacoplamento cria um ou mais modos fortemente excitados ocorrendo em frequência relativamente alta, e pode falhar para impedir de maneira efetiva a vibração de passar em um alojamento ou defletor ou invólucro, etc. além de bem além dessa frequência.

[001712] A eficácia do sistema de desacoplamento está relacionada com o grau ao qual ele transmite vibrações. A transmissão de vibração pode ser alta e pode até mesmo aumentar além de níveis em um sistema não desacoplado, em torno de frequências em que a complacência de sistema de desacoplamento cria modos de ressonância. É melhor se o dispositivo for operado acima de tais frequências, no entanto, isso nem sempre é prático. Em torno e abaixo de tais frequências, a localização do eixo de nó de transdutor é definida ou parcialmente influenciada pelas restrições mecânicas do sistema de montagem de desacoplamento.

[001713] Em algumas modalidades, a complacência e/ou o perfil de complacência do sistema de montagem de desacoplamento e o local do sistema de montagem de desacoplamento em relação ao conjunto de estrutura de base associado é tal que o transdutor de áudio opera no segundo estado operatório, quando o conjunto de estrutura de base é submetido a uma frequência de operação superior a aproximadamente qualquer um ou mais dentre:

- d) o limite inferior da FRO do transdutor de áudio;
- e) o limite inferior da $FRO \times 2^4$ ((um valor de um oitavo equivalente a FRO)/4);
- f) o limite inferior da $FRO \times 2^2$ ((um valor de um oitavo equivalente a FRO)/2);

[001714] Isto se dá porque a qualidade do som é aprimorada se o sistema de montagem de desacoplamento for suficientemente complacente tal que as ressonâncias de sistema de desacoplamento e frequências, em que o sistema de montagem não se desacopla de maneira eficaz, ocorram em baixas frequências em comparação com a FRO e, preferencialmente,

também em comparação com a banda de frequência onde o ouvido humano é mais sensível, sendo de 400 a 4kHz.

[001715] O transdutor de áudio da modalidade A simulado opera no segundo estado operatório em frequências bem acima, por exemplo, 1 oitavo mais alto do que a frequência mais alta do 6º modo de desacoplamento (479 Hz), então, está no segundo estado operatório a partir de um oitavo mais alto do que 479 Hz, ou seja, acima de 958 Hz. Este cenário mantém desempenho de desacoplamento ótimo, ainda que, como foi demonstrado no caso especial em que as montagens são cuidadosamente projetadas, como em A14, o bom desempenho também possa ser alcançado nas frequências baixas. Especificamente, se o sistema A14 for operado para baixo perto de 64 Hz, por exemplo para baixo para 128 Hz, os modos de desacoplamento na largura de banda serão apenas minimamente excitados e, assim, causarão apenas a degradação de áudio mínima, apesar do fato de que o alto-falante transita em seu 1º estado operatório.

[001716] Como descrito, o isolamento ótimo será provido pelo sistema de desacoplamento se as montagens de desacoplamento e a complacência de desacoplamento forem configuradas de tal forma que o eixo de nó de transdutor no primeiro estado operatório for o mesmo que no local do segundo estado operatório. Na prática, as tolerâncias são esperadas e, portanto, isolamentos adequados devem ser providos por um sistema de desacoplamento se as montagens de desacoplamento e a complacência de desacoplamento forem configuradas de tal forma que o eixo de nó de transdutor no primeiro estado operatório está muito perto/próximo ao local no segundo estado operatório.

[001717] Em algumas modalidades, o sistema de montagem de desacoplamento tem uma ou mais montagens distais que estão localizadas além de uma distância de 25%, mais preferencialmente 40% da maior dimensão do conjunto de estrutura de base, longe do eixo de nó de

transdutor no segundo estado operatório. Na medida em que o movimento do conjunto de estrutura de base, com respeito ao componente a que é montado, é provavelmente significativo, é preferível que as montagens distais sejam complacentes e não provejam muito do suporte ao transdutor, em comparação com as montagens de eixo de nó. O propósito das montagens distais é em grande parte prover alguma habilidade de centralização, impedindo que o transdutor toque o alojamento ou alguma outra parte do dispositivo de áudio durante a operação normal. Preferencialmente, as montagens distais são coletivamente suficientemente complacentes tal que, se todas as montagens de sistema de montagem de desacoplamento restantes são removidas, as frequências de todos os modos de ressonância de conjunto de estrutura de base, envolvendo o movimento do conjunto de estrutura de base em relação ao componente ao qual está montado, que são significativamente excitadas durante o curso de operação do transdutor de áudio são inferiores do que:

- g) a FRO do transdutor de áudio;
- h) o limite inferior da $FRO \times 2^4$ ((um valor de um oitavo equivalente a FRO)/8);
- i) o limite inferior da $FRO \times 2^4$ ((um valor de um oitavo equivalente a FRO)/4);

[001718] Um método adequado de calcular a frequência de tais modos ressonantes é através de um modelo de computador usando a análise de elemento finito.

4.4.3 Vários materiais de desacoplamento e configurações

[001719] O sistema de montagem de desacoplamento pode compreender uma variedade de diferentes materiais e configurações para prover suporte devidamente complacente de uma parte do dispositivo de áudio para a outra, a fim de aliviar de maneira útil a transmissão mecânica de vibração entre os dois. Por exemplo, o sistema de montagem de desacoplamento pode compreender um material flexível e/ou resiliente, tal

como borracha, silicone ou polímero de uretano viscoelástico ou outro membro formado a partir de um material plástico macio. Pode compreender fluido ferromagnético e o fluido pode ser mantido no lugar pela aplicação de um campo magnético. O sistema de montagem de desacoplamento pode usar repulsão magnética e, talvez, um elemento magnético sobre uma parte repele o outro elemento magnético em outra parte. Em outra configuração, o sistema de montagem de desacoplamento pode compreender fluido ou gel para prover suporte entre o primeiro e o segundo componente. O fluido ou gel pode ser contido dentro de uma cápsula compreendendo um material flexível. Alternativamente, ou em adição, pelo menos um dos sistemas de montagem pode compreender um membro flexível e/ou resiliente ou elemento como mola de metal ou outro membro resiliente metálico.

[001720] Em algumas modalidades, o sistema de montagem de desacoplamento compreende um material flexível que tem um coeficiente de perda mecânica em 24 graus Celsius, que é maior do que 0,2 ou maior do que 0,4 ou maior do que 0,8, ou mais preferencialmente maior do que 1. Isso significa que os modos de ressonância envolvendo o alto-falante que se movem nas montagens de desacoplamento podem ser mais bem controlados.

4.4 Aspectos de Transdutor de Áudio Preferenciais em Combinação com Desacoplamento

[001721] Como mencionado anteriormente, os sistemas de montagem de desacoplamento da presente invenção, como descrito sob as modalidades da seção 4.2, por exemplo, e/ou qualquer outra modalidade de sistema de desacoplamento que pode ser projetado por aqueles versados na técnica em conformidade com as considerações descritas na seção 4.3 são, preferencialmente, modalizadas em um transdutor de áudio que compreende qualquer combinação de um ou mais (mas, preferencialmente, todos) dos seguintes aspectos:

- um diafragma rígido espesso empregando uma abordagem rígida para controle de ressonância, conforme descrito na configuração de estruturas de diafragma R1-R4 na seção 2.2 do presente relatório descritivo ou como nas estruturas de diafragma descritas sob a configuração dos transdutores de áudio R5-R7 da seção 2.3,
- uma estrutura de base com geometria rígida e robusta descrita para o transdutor de áudio de modalidade A na seção 2.2.1 do presente relatório descritivo, e/ou
- um diafragma de periferia livre como definido para os transdutores de áudio descritos na seção 2.3 desse relatório descritivo; e/ou
- um transdutor de ação rotacional com um sistema de dobradiças, como definido nas seções 3.2 ou 3.3 do presente relatório descritivo.

[001722] A combinação desses aspectos com um sistema de desacoplamento será descrita (principalmente) com referência ao transdutor de áudio de modalidade A, que incorpora o sistema de desacoplamento descrito na seção 4.2.1 deste relatório descritivo. Será apreciado, no entanto, que os aspectos de transdutor de áudio descritos podem ser combinados com qualquer outro sistema de desacoplamento, como descrito na seção 4.2.2 ou 4.2.3 ou, de outra forma, na medida em que pode ser projetado em conformidade com os critérios descritos na seção 4.3, sem se afastar do escopo dessa invenção.

4.4.1 Desacoplamento em combinação com Diafragma rígido

[001723] Como previamente mencionado, se uma estrutura de diafragma substancialmente grossa e rígida que emprega uma abordagem rígida para controle de ressonância (como definido para a configuração de estruturas de diafragma R1-R4 na seção 2.2, por exemplo) for suficientemente desacoplada de um invólucro de um alto-falante, então, nem as ressonâncias de invólucro, nem as ressonâncias de diafragma comprometerão a reprodução de áudio dentro da largura de banda

operacional. Os sistemas de desacoplamento dessa invenção são, portanto, preferencialmente incorporados em um dispositivo de áudio com um transdutor de áudio tendo uma estrutura de diafragma rígida, conforme descrito em relação à configuração de estrutura de diafragma R1 desta invenção, por exemplo. Recursos e aspectos da estrutura de diafragma R1 de configuração deste exemplo de transdutor de áudio são descritos em detalhes na seção de Diafragma Rígido deste relatório descritivo, que é por este meio incorporado como referência. Apenas uma breve descrição desta estrutura de diafragma será dada abaixo por uma questão de concisão.

[001724] Referindo-se às figuras A2 e A15, em uma modalidade do dispositivo de áudio incorporando um dos sistemas de desacoplamento descritos acima dessa invenção compreende ainda um transdutor de áudio com uma estrutura de diafragma A1300 da configuração R1 compreendendo uma construção de diafragma de sanduíche. Esta estrutura de diafragma A1300 consiste em um corpo de diafragma/núcleo substancialmente leve A208 e um reforço de estresse normal externo A206/A207 acoplado ao corpo de diafragma adjacente a pelo menos uma das faces principais A214/A215 do corpo de diafragma para resistir aos estresses de compressão-tensão sofridos em, ou adjacentes à, face do corpo durante a operação. O reforço de estresse normal A206/A207 pode ser acoplado externo ao corpo e sobre pelo menos uma face principal A214/A215 (como no exemplo ilustrado), ou, alternativamente, dentro do corpo, diretamente adjacente e substancialmente proximal a pelo menos uma face principal A214/A215 de modo a resistir de maneira suficiente aos estresses de compressão-tensão durante a operação. O reforço de estresse normal compreende um membro de reforço A206/A207 em cada uma das faces, frontal e posterior, principais opostas A214/A215 do corpo do diafragma A208 para resistir a estresses de compressão-tensão sofridos pelo corpo durante a operação.

[001725] A estrutura do diafragma A1300 ainda compreende pelo menos um membro de reforço interno A209 incorporado dentro do núcleo e orientado em um ângulo em relação a pelo menos uma dentre as faces principais A214/A215 para resistir e/ou substancialmente mitigar a deformação por cisalhamento sofrida pelo corpo durante a operação. O(s) membro(s) de reforço interno(s) A209 é/são preferencialmente anexado(s) a um ou mais dos membros de reforço de estresse normal externos A206/A207 (preferencialmente em ambos os lados – ou seja, em cada face principal). O(s) membro(s) de reforço interno(s) atua(m) para resistir e/ou mitigar a deformação por cisalhamento sofrida pelo corpo durante a operação. Preferencialmente, há uma pluralidade de membros de reforço internos A209 distribuídos dentro do núcleo do corpo do diafragma.

[001726] O núcleo A208 é formado de um material que compreende uma estrutura interconectada que varia em três dimensões. O material de núcleo é, preferencialmente, uma espuma ou um material estruturado em treliça tridimensional ordenado. O material de núcleo pode compreender um material composto. Preferencialmente, o material de núcleo é espuma de poliestireno expandida.

[001727] O diafragma compreende um corpo de diafragma substancialmente rígido que mantém forma substancialmente rígida durante a operação sobre a FRO do transdutor.

[001728] Preferencialmente, o corpo de diafragma compreende uma espessura máxima que é pelo menos 11% de uma dimensão de comprimento maior do corpo para o eixo de rotação. Mais preferencialmente, a espessura máxima é pelo menos cerca de 15% da dimensão de comprimento máxima do corpo para o eixo de rotação.

[001729] Em algumas modalidades, a espessura do corpo do diafragma é afunilada para reduzir a espessura em direção à região distal. Em outras modalidades, a espessura do corpo de diafragma é afunilada

para reduzir a espessura em direção à região distal para o centro de massa do conjunto de diafragma.

[001730] Em algumas modalidades, o reforço de estresse interno da estrutura de diafragma desse transdutor exemplar pode ser eliminado, como nas estruturas de diafragma descritas na configuração de transdutores de áudio R5-R7.

4.4.2 Desacoplamento em combinação com transdutor de áudio de tipo de periferia livre

[001731] Como mencionado anteriormente, se um transdutor de áudio com uma estrutura de diafragma com uma periferia pelo menos parcialmente livre de conexão física com uma estrutura de envoltório, conforme definido na seção 2.3, por exemplo, for suficientemente desacoplado do invólucro de um alto-falante, então, tanto as ressonâncias de invólucro quanto as ressonâncias de suspensão de diafragma podem ser reduzidas ou eliminadas dentro da largura de banda operacional, ajudando a impedir o comprometimento da reprodução de áudio.

[001732] Suspensões de diafragma para estruturas de diafragma de periferia pelo menos parcialmente livres podem ser feitas para serem geometricamente mais robustas contra ressonâncias sem comprometimento indevido da excursão e complacência de diafragma geral. Elas também têm área reduzida, de modo que quaisquer ressonâncias que possam ocorrer são menos audíveis. Em algumas modalidades, os sistemas de desacoplamento dessa invenção são, portanto, preferencialmente incorporados em um transdutor de áudio com um diafragma do tipo de periferia livre, conforme descrito na seção 2.3 deste relatório descritivo, que é aqui incorporado por referência.

[001733] Apenas uma breve descrição desta estrutura preferencial será dada abaixo por uma questão de concisão. Na configuração preferencial, o sistema de desacoplamento é incorporado em uma

configuração de transdutor de áudio conforme descrito em configurações R5-R7 na seção 2.3 do presente relatório descritivo.

[001734] Referindo-se à figura A2, o transdutor de áudio deste exemplo é configurado para prover comportamento de ruptura de diafragma ao eliminar simultaneamente a suspensão de envoltório de diafragma e reduzir massa de reforço de estresse normal externo perto da(s) borda(s) de corpo de diafragma. O transdutor de áudio deste exemplo consiste em um conjunto de diafragma tendo uma estrutura de diafragma com uma periferia que está pelo menos parcialmente livre de conexão física com uma estrutura circundante. A estrutura de diafragma, preferencialmente, também compreende um corpo de diafragma substancialmente leve com reforço de estresse normal externo que reduz em massa em direção a uma ou mais regiões de bordas periféricas da face principal associadas que são distantes do centro de massa do conjunto de diafragma. Nos exemplos mostrados, o centro de massa de conjunto de diafragma está localizado proximal a um componente de transferência de força, tal como um enrolamento de bobina, mas será apreciado que possa estar localizado em outro lugar, dependendo do projeto do conjunto.

[001735] O conjunto de diafragma A101 inclui uma estrutura de diafragma A1300 com um corpo com uma ou mais faces principais que são reforçadas com reforço de estresse normal de estresse externo. O esforço de estresse normal da estrutura de diafragma compreende uma distribuição de massa que resulta em uma quantidade relativamente menor de massa em uma ou mais regiões distais a partir de uma localização de centro de massa do conjunto de diafragma. Em adição à redução de massa no reforço de estresse normal, a estrutura de diafragma compreende uma periferia que é substancialmente livre de conexão física com um interior do alojamento A601 in situ. Neste exemplo, a periferia está, aproximadamente, inteiramente livre da conexão física com o alojamento, mas, em algumas variações, ela também pode estar apenas parcialmente livre da conexão ao

longo de pelo menos 20, 30, 50 ou 80 por cento de um comprimento da periferia.

[001736] Neste exemplo, uma série de escoras é utilizada para prover o reforço de estresse exterior deixando as outras partes da superfície sem reforço, mas será apreciado que outras formas de reforço podem ser utilizadas. As escoras são mais amplas perto da região de base da estrutura de diafragma (perto do eixo de rotação que é proximal ao centro de localização de massa do conjunto), e mediam o comprimento da face principal associada do corpo de diafragma (por exemplo, aproximadamente a meio caminho entre a face principal do corpo de diafragma), em direção à borda periférica oposta da ponta de face principal, a largura das escoras de reforço de estresse normal reduz para reduzir a massa.

[001737] Este transdutor de áudio também compreende uma massa reduzida em uma ou mais regiões periféricas de estrutura de diafragma (na medida em que não há nenhuma suspensão de diafragma ou há mínima conectada aqui), resultando em uma cascata de descarga pelo resto do diafragma, e, assim, contribuir adicionalmente com assuntos de cisalhamento de núcleo interno.

[001738] Preferencialmente, há uma pequena lacuna de ar entre uma ou mais regiões periféricas da estrutura de diafragma que estão livres de conexão com o invólucro interior, e o invólucro interior. Preferencialmente, o tamanho da lacuna de ar é menor que $1/20^{\circ}$ do comprimento do corpo de diafragma. Preferencialmente, o tamanho da lacuna de ar é menor do que 1 mm.

[001739] Em uma modalidade, o diafragma compreende um corpo de diafragma que tem uma espessura máxima de pelo menos 11% de uma dimensão de comprimento maior grande do comprimento do corpo, mais preferencialmente pelo menos 14%.

[001740] Estes recursos resultam em um alto-falante que produz ressonância mínima dentro da largura de banda operacional e, assim, tem características de armazenamento de energia excepcionalmente baixas dentro da largura de banda operacional.

4.4.3 Desacoplamento em combinação com a estrutura de base compacta e robusta

[001741] Como previamente mencionado, se uma estrutura de base de um alto-falante que é relativamente livre de ressonância em função de ser feita a partir de materiais rígidos e ter uma geometria compacta e robusta (como definido na seção 2.2.1 desse relatório descritivo, por exemplo), então, nem as ressonâncias de invólucro nem as ressonâncias de estrutura de base comprometerão a reprodução de áudio dentro da largura de banda operacional. Recursos e aspectos dessa estrutura de base A115 são descritos em detalhes na seção 2.2.1 deste relatório descritivo, o qual é por este meio incorporado como referência. A estrutura de base será apenas descrita brevemente abaixo por uma questão de concisão.

[001742] Referindo-se à figura A1, em algumas modalidades, os sistemas de desacoplamento dessa invenção são incorporados em um dispositivo de áudio tendo um transdutor de áudio compreendendo uma estrutura de base de transdutor A115 que é construída a partir de um ou mais componentes/peças tendo características de módulo específico relativamente alto. A estrutura de base de transdutor A115 é projetada para ser substancialmente rígida de modo que quaisquer modos ressonantes que ela tenha preferencialmente ocorram fora da FRO do transdutor. Um exemplo deste tipo de projeto é a parte principal da estrutura de base do transdutor A115 (a maioria da massa da estrutura de base) consiste em um ímã A102 e peças polares A103 e A104. O ímã A102 e as peças polares A103 e A104, preferencialmente, fazem uma massa substancialmente compacta e rígida da estrutura de base de transdutor A115.

[001743] Como será explicada em mais detalhes abaixo, a estrutura de base tem uma distribuição de massa tal que ele se move com uma ação tendo um componente rotacional significativo quando o conjunto de estrutura de base é efetivamente não limitado. Por exemplo, o conjunto de estrutura de base é efetivamente não limitado quando o transdutor é operado em frequências suficientemente altas de forma tal que a rigidez do sistema de montagem de desacoplamento seja ou se torne insignificante.

[001744] A estrutura de base A115 compreende parte de um mecanismo de atuação eletromagnética, incluindo um corpo de ímã A102 e peças polares opostas e separadas A103 e A104 em uma extremidade do corpo A102. As peças polares são acopladas em lados opostos do corpo de ímã A102. Uma barra de contato alongada A105 estende-se transversalmente através do corpo de ímã dentro da lacuna formada entre as peças polares. A barra de contato A105 é acoplada ao corpo de ímã em um lado e ao conjunto de diafragma A101 em um lado oposto. A barra de contato A105 é formada para ter uma área de superfície de contato no lado que se acopla ao ímã A102 em relação ao lado que se acopla ao conjunto de diafragma A101. O par de pinos de desacoplamento A107 e A108 do sistema de desacoplamento de seção 4.2.1 se projeta lateralmente a partir de lados opostos do corpo de ímã A102 e está configurado para se acoplar articuladamente a estrutura de base A105 para o alojamento associado in situ. A estrutura de base A115 pode compreender um ímã de neodímio (NdFeB) A102, peças polares de aço A103 e A104, uma barra de contato de aço A105 e pinos de desacoplamento de titânio A107 e A108. Todas as partes da estrutura de base de transdutor A115 podem ser conectadas usando um agente adesivo, por exemplo, um adesivo com base em epóxi.

[001745] Neste exemplo, o transdutor compreende adicionalmente um mecanismo de restauração/indução operativamente acoplado ao conjunto de diafragma A101 para induzir o conjunto de diafragma A101 para uma posição de rotação neutra em relação à estrutura de base A115.

Preferencialmente, a posição neutra é uma posição substancialmente central do conjunto de diafragma recíproco A101. Na configuração preferencial desta modalidade, um mecanismo de centralização de diafragma na forma de uma barra de torção A106 liga a estrutura de base de transdutor A115 ao conjunto de diafragma A101 e provê uma força de restauração/indução forte o suficiente para centralizar o conjunto de diafragma A101 em uma posição de equilíbrio, em relação à estrutura de base de transdutor A115. Nesta configuração, uma mola de torção é utilizada para prover a força de restauração, mas serão apreciados em configuração alternativa outros componentes de indução ou mecanismos bem conhecidos na técnica que podem ser utilizados para prover força de restauração rotacional.

[001746] A barra de contato A105 é conectada à barra de torção A106 em uma aba de extremidade A303 (como visto na Figura A3) e para facilitar essa conexão em uma maneira rígida, a barra de contato A105 deve se projetar para fora e para longe do ímã A102 e das peças polares externas A103 e A104 que se compõem uma massa compacta e rígida da estrutura de base de transdutor. A barra de torção A106 se estende lateralmente e substancialmente ortogonal de um lado do conjunto de diafragma A101 e em ou adjacente a uma extremidade do conjunto A101 mais proximal à estrutura de base A115.

[001747] A barra de contato A105 é comparativamente estreita e, correspondentemente propensa a ressonâncias. Para minimizar, a barra de contato A105 é afunilada para reduzir a massa perto da aba de extremidade A303 onde flexão resulta em deslocamento máximo, e também aumenta a rigidez relativa do suporte provido pela massa compacta em direção à base da saliência onde qualquer deformação resultaria no maior deslocamento da área de aba de extremidade. A barra de contato também tem uma área de superfície grande orientada em diferentes planos, em sua conexão com o ímã A102, a fim de minimizar a complacência associada com adesivo,

uma vez que o adesivo, uma resina epóxi, tem módulo de Young comparativamente baixo de aproximadamente 3GPa.

[001748] Uma vez que a estrutura de transdutor A115 está montada voltada para uma extremidade do diafragma, tanto a face principal dianteira como a traseira A214, A215 do diafragma são livres de obstrução, o que maximiza o fluxo de ar e minimiza ressonâncias de ar criadas por volumes de ar contidos entre componentes, tal como a estrutura de base de transdutor, o diafragma e um alojamento A601.

4.4.4 O desacoplamento em combinação com acionador de ação de rotação.

A ação de rotação e o componente de transferência de força

[001749] Quando um transdutor de ação rotacional é rigidamente montado em um invólucro ou outra estrutura tendo ressonâncias inerentes, essas ressonâncias podem ser excitadas pelo alto-falante em muito da mesma maneira como elas seriam, por um alto-falante tendo uma ação de diafragma linear, resultando em armazenamento de energia indesejada. No caso de um alto-falante de ação rotacional, esta energia armazenada pode ser passada do invólucro para o diafragma através do sistema de dobradiça de conjunto de diafragma uma vez que, apesar de os mecanismos de dobradiça ser geralmente bastante complacentes em termos de um modo fundamental rotacional único, eles transmitem energia em virtude da sua resistência inerente resistência aos deslocamentos de translação.

[001750] No processo, a amplitude das vibrações pode ser mecanicamente amplificada devido à divergência de impedância entre os painéis de invólucro relativamente pesados e componentes de estrutura de base de transdutor versus o diafragma leve.

[001751] Um benefício, portanto, existe a partir da construção de um dispositivo de áudio de ação rotacional com um sistema de desacoplamento que reduz a transmissão de vibração de estruturas propensas a ressonância para a estrutura de diafragma. Por exemplo, a

modalidade útil consiste em um headphone tendo um transdutor de ação rotacional que é rigidamente montado em um invólucro robusto e compacto, de tal forma que todo o transdutor/invólucro é um sistema de baixa ressonância ou é substancialmente livre de ressonância, com um sistema de desacoplamento para desacoplar o sistema de transdutor/invólucro a partir da faixa de cabeça grande e propensa a ressonância. Esta configuração impede que as vibrações sejam passadas dentro da faixa de cabeça (o que incidentalmente é remoto a partir do ouvido do ouvinte e pode não irradiar diretamente o som), armazenadas por meio de modos de ressonância de faixa de cabeça internos e, então, liberadas para dentro do ouvido do ouvinte por meio do diafragma.

[001752] Referindo-se à figura A1 e A2, em algumas modalidades, os sistemas de desacoplamento da invenção são incorporados em um dispositivo de áudio tendo um transdutor de ação rotacional. Em um estado montado, o transdutor compreende uma estrutura de base A115 ao qual o diafragma A101 é acoplado e rotaciona em relação a ela. A estrutura de base A115 inclui pelo menos uma parte de um mecanismo atuador para fazer com que o diafragma gire em relação à estrutura de base durante a operação. Neste exemplo de um transdutor de áudio, um mecanismo atuador eletromagnético gira o diafragma durante a operação e a estrutura de base A115 compreende um corpo de ímã A102 com peças polares opostas e separadas A103 e A104 em uma extremidade do corpo A102 adjacente ao diafragma A101. Uma bobina do mecanismo eletromagnético se localiza entre as peças polares A103 e A104 e é acoplada à extremidade de atuação do diafragma A101.

[001753] Referindo-se às figuras A2, uma extremidade do diafragma A101, a extremidade mais espessa tem um componente de geração de força A109 anexado a ela. Em uma forma preferencial, novamente, em conjunto com o uso dos sistemas de montagem de desacoplamento descritos neste documento, um mecanismo de transdução

compreende um componente de transferência/geração de força (por exemplo, um enrolamento de bobina de motor A109 ou um ímã) que é conectado diretamente de maneira rígida à estrutura de diafragma A1300, a fim de minimizar a oportunidade de modos de ressonância indesejada. De maneira alternativa, o componente de geração/transferência de força é conectado de forma rígida à estrutura de diafragma A1300 por meio de um ou mais componentes intermediários e a distância entre o componente de transferência de força e o corpo de diafragma é menos de 75% da dimensão máxima do corpo de diafragma. Mais preferencialmente, a distância é menor do que 50%, menor do que 35% ou menor do que 25% da dimensão máxima do corpo de diafragma. A grande proximidade ajuda a rigidez da estrutura, novamente, minimizando a oportunidade para os modos de ressonância indesejável.

[001754] A estrutura de diafragma A1300 acoplada ao componente de geração de força forma um conjunto de diafragma A101. Neste exemplo, o componente gerando força é um enrolamento de bobina A109 que é enrolado em um formato aproximadamente retangular consistindo em dois lados longos A204 e dois lados curtos A205. O espaçador é de um perfil complementar à extremidade de base mais espessa da estrutura de diafragma A1300 para, assim, estender-se em torno ou adjacente a uma borda periférica da extremidade espessa da estrutura de diafragma em um estado montado do conjunto de transdutor de áudio/diafragma. O espaçador A110 é acoplado de maneira conectada/fixada a um eixo de aço A111 que faz parte do conjunto de dobradiça A301. A combinação destes três componentes localizados na base/extremidade grossa do corpo do diafragma A208 forma uma estrutura de base do diafragma rígida do conjunto de diafragma com uma geometria substancialmente compacta e robusta, criando uma plataforma sólida e resistente à ressonância à qual a parte de cunha mais leve do conjunto de diafragma é rigidamente anexada.

[001755] Em um transdutor de áudio de ação rotacional, a eficiência ótima é obtida quando o mecanismo de transdução está localizado relativamente próximo ao eixo de rotação. Isso funciona bem com os objetivos para a presente invenção em torno da minimização de modos de ressonância indesejáveis, e, em particular, com a observação mencionada acima de que a localização do mecanismo de excitação próximo ao eixo de rotação permite a conexão rígida a um mecanismo de dobradiça através de componentes relativamente pesados e compactos sem causar muito de um aumento de inércia rotacional do conjunto de diafragma. Neste caso, o raio de bobina pode ser aproximadamente 2 mm, ou aproximadamente 13% do comprimento de corpo de diafragma A211, mas outros raios para a eficiência de otimização também são contemplados.

[001756] A fim de maximizar a capacidade do transdutor de prover reprodução de áudio de alta fidelidade por meio de excursão de diafragma maximizado e susceptibilidade reduzida à ressonância, a razão do raio da localização de fixação do componente de geração ou transferência de força A109 para o comprimento de corpo de diafragma A211, medido a partir do eixo de rotação, é, de preferência, menor do que 0,5 e, mais preferencialmente, menor do que 0,4. Isso também pode ajudar a otimizar a eficiência.

Dobradiça rígida (em pelo menos uma direção)

[001757] Preferencialmente, o conjunto de diafragma é suportado por um conjunto de dobradiça que é rígido em pelo menos uma direção de translação, com a vantagem de ter a provisão do suporte rígido necessário para aumentar substancialmente as frequências de ruptura do diafragma. O conjunto de dobradiça de contato e o conjunto de dobradiça de flexão aqui descritos nas seções 3.2 e 3.3 deste relatório descritivo são dois mecanismos de articulação que podem ser usados em conjunto com os sistemas de desacoplamento da invenção.

[001758] O conjunto de dobradiça é, preferencialmente, substancialmente rígido em algumas direções, de modo que impeça suficientemente a translação relativa entre o conjunto de diafragma e a estrutura de base associada ao longo de pelo menos um eixo, ou mais, de preferência, ao longo de pelo menos dois eixos de translação substancialmente ortogonais, ou ainda mais preferencialmente, ao longo de três eixos de translação substancialmente ortogonais.

[001759] O conjunto de dobradiças é, de preferência, também substancialmente rígido em algumas direções, de modo que impeça suficientemente a rotação relativa entre o conjunto de diafragma e a estrutura de base associada em torno de pelo menos um eixo ou mais, de preferência em torno de pelo menos dois eixos substancialmente ortogonais, além do eixo de rotação pretendido do conjunto.

Forma de Dobradiça de Contato

[001760] Em uma forma dessa modalidade de dispositivo de áudio tendo um transdutor de áudio de ação rotacional como descrito na seção 4.5.1 acima e um sistema de desacoplamento da invenção, o transdutor de áudio compreende adicionalmente um mecanismo de dobradiça de contato, conforme descrito na seção 3.2, que acopla de maneira pivotante o conjunto de diafragma A101 para a estrutura de base de transdutor A115. Uma descrição completa dos princípios e considerações de projeto associado com o sistema de dobradiça de contato, bem como modalidades exemplares são providas na seção 3.2 desse relatório descritivo. Será apreciado que qualquer mecanismo de dobradiça de contato projetado em conformidade com este relatório descritivo possa ser usado em conjunto com esse sistema de desacoplamento, como seria evidente para aqueles versados na técnica relevante. Por uma questão de concisão, esta descrição não será repetida abaixo e apenas uma breve descrição de um sistema de dobradiça de contato exemplar mostrado no transdutor de áudio da modalidade A é provida.

[001761] Referindo-se às figuras A1 e A2, em uma forma, o transdutor de ação rotacional compreende um conjunto de diafragma A101 que é acoplado de maneira pivotante a uma estrutura de base de transdutor A115 através de um sistema de dobradiça. O sistema de dobradiça forma um contato de rolagem entre o conjunto de diafragma A101 e a estrutura de base de transdutor A115, de tal forma que o conjunto de diafragma A101 possa girar ou balançar/oscilar em relação à estrutura de base A115. Neste exemplo, o sistema de dobradiça compreende um conjunto de dobradiças A301 tendo pelo menos um elemento de dobradiça, sendo uma haste de dobradiça longitudinal A111, que rola contra um membro de contato, sendo uma barra de contato A105 tendo uma superfície de contato (mais bem vista na Figura A1f). Neste exemplo, o elemento de dobradiça A111 compreende uma superfície de contato substancialmente curva de forma convexa ou vértice em um lado do elemento de dobradiça na região de contato A112, e a superfície de contato em um lado da barra de contato A105 na região de contato A112 é substancialmente plana ou chata. Será apreciado que, em configurações alternativas, como descrito acima, um dentre o elemento de dobradiça A111 ou o membro de contato A105 pode compreender uma superfície de contato curva de forma convexa em um lado e a outra superfície correspondente da barra de contato ou do elemento de dobradiça podem compreender uma superfície plana, côncava, menos convexa (de raio de curvatura relativamente maior) para possibilitar a rolagem de uma superfície em relação à outra.

[001762] Os componentes de elemento de dobradiça A111 e de membro de contato A105 são retidos em contato físico substancialmente constante por uma força aplicada com um grau de complacência por um mecanismo tensionador do sistema de dobradiça. O mecanismo tensionador pode ser parte do elemento de dobradiça ou pode ser separado do mesmo. No exemplo do transdutor de áudio da modalidade A, o mecanismo tensionador do sistema de dobradiça é uma estrutura com

base em ímã tendo um ímã A102 com peças polares opostas A103 e A104 e que atuam para forçar o elemento de dobradiça contra o membro de contato com um nível desejado de complacência. O mecanismo tensionador assegura que o elemento de dobradiça A111 e o membro de contato A105 permaneçam em contato físico durante a operação do transdutor de áudio e também seja, preferencialmente, suficientemente complacente a movimento relativo entre o membro de contato e o elemento de dobradiça, tal que o conjunto de dobradiça, e particularmente o elemento de dobradiça móvel, é menos suscetível às resistências à rolagem que possam existir durante a operação devido aos fatores, tais como as variações de fabricação ou imperfeições nas superfícies de contato e/ou devido ao pó ou outros materiais estranhos que possam ser inadvertidamente introduzidos no conjunto, durante a fabricação ou montagem do conjunto de dobradiça, por exemplo. Desta forma, o elemento de dobradiça A111 pode continuar a rolar contra o membro de contato sem afetar de forma significativa o movimento de rotação do diafragma durante a operação e, assim, mitigar ou pelo menos aliviar parcialmente os distúrbios de som que possam ocorrer de outra forma.

[001763] O mecanismo tensionador é configurado para aplicar uma força em uma direção substancialmente paralela ao eixo longitudinal da estrutura de diafragma e/ou substancialmente perpendicular ao plano tangente à região ou linha de contato A112 ou vértice do elemento de dobradiça A111 para manter o elemento de dobradiça A111 contra o membro de contato A105. O mecanismo tensionador também é suficientemente complacente pelo menos nesta direção lateral, de tal forma que o elemento de dobradiça de rolagem possa se mover sobre imperfeições ou material estranho que existe entre as superfícies de contato do conjunto de dobradiça com resistência mínima, assim, permitindo uma ação de rolagem suave e suficientemente inalterada do elemento de dobradiça sobre o membro de contato durante a operação. Em

outras palavras, a complacência aumentada da estrutura tensionadora permite que a dobradiça opere de maneira similar a um conjunto de dobradiça com superfícies de contato perfeitamente lisas e inalteradas.

[001764] Referindo-se à figura A3a, nesta modalidade, o conjunto de dobradiça A301 compreende ligamentos A306 e A307 que são operáveis para reter a estrutura de diafragma A101 na posição em direções substancialmente perpendiculares ao plano de contato.

[001765] Durante a operação, o elemento de dobradiça A111 é configurado para girar contra o membro de contato entre duas posições rotacionais máximas, localizadas, preferencialmente, em ambos os lados de uma posição rotacional central neutra. Nesta modalidade, o conjunto de dobradiça A301 ainda compreende um mecanismo de restauração A106 (mostrado na figura A1a) para restaurar o conjunto de diafragma e dobradiça para uma posição rotacional neutra ou de equilíbrio desejada, nos termos de seu modo de ressonância fundamental, quando nenhuma força de excitação é aplicada ao diafragma. O mecanismo de restauração pode compreender qualquer forma de meios resilientes para tensionar o conjunto de diafragma em direção à posição rotacional neutra. Nesta modalidade, uma barra de torção A106 é utilizada como o mecanismo de restauração/centralização. Em outra forma, tal como descrito neste documento com relação à modalidade E, parte ou todo o mecanismo de restauração e a força são providos dentro da articulação de dobradiça através da geometria das superfícies de contato e através da localização, direção e intensidade da força tensionadora aplicada pelo mecanismo tensionador. Na mesma forma ou em uma forma alternativa, uma parte significativa do mecanismo de restauração/centralização e da força é provida por uma estrutura magnética.

Forma de Dobradiça Flexível

[001766] Em uma forma dessa modalidade de dispositivo de áudio tendo um transdutor de áudio de ação rotacional como descrito na seção

4.5.1 acima e um sistema de desacoplamento da invenção, o transdutor de áudio compreende adicionalmente um mecanismo de dobradiça flexível, conforme descrito na seção 3.3, que acopla de maneira pivotante o conjunto de diafragma à estrutura de base de transdutor. Uma descrição completa dos princípios e considerações de projeto associado com o sistema de dobradiça flexível, bem como modalidades exemplares é provida na seção 3.3 desse relatório descritivo. Será apreciado que qualquer mecanismo de dobradiça de contato projetado em conformidade com este relatório descritivo possa ser usado em conjunto com os sistemas de desacoplamento da invenção, como seria evidente para aqueles versados na técnica relevante. Por uma questão de concisão, esta descrição não será repetida abaixo e apenas uma breve descrição de um sistema de dobradiça flexível exemplar mostrado no transdutor de áudio da modalidade B é provida.

[001767] Com referência à Figura B1, um transdutor de áudio de ação rotacional exemplar da invenção incluindo um conjunto de diafragma B101 acoplado de maneira pivotante a uma estrutura de base de transdutor B120 por meio de um conjunto de dobradiça de flexão exemplar da invenção é mostrado. O conjunto de dobradiças B107 é rigidamente acoplado à estrutura de base de transdutor B120 em uma extremidade e ao conjunto de diafragma B101 em uma extremidade oposta. O conjunto de dobradiça de flexão B107 facilita o movimento/oscilação rotacional/articulada do conjunto de diafragma B101 em torno de um eixo de rotação aproximado B116 com relação à estrutura de base do transdutor B120 em resposta a um sinal de áudio elétrico reproduzido através de enrolamentos de bobina B106 anexados ao conjunto de diafragma.

[001768] O conjunto de dobradiças B107 compreende elementos de dobradiça B201a, B201b, B203a e B203b como mostrado na figura B2b, cada um sendo configurado para ser substancialmente rígido para resistir às forças de tensão ou compressão e/ou de cisalhamento sofridas dentro

de seus respectivos planos, mas cada um é suficientemente flexível ao longo de um plano substancialmente ortogonal ao eixo de rotação para permitir a flexão na direção de rotação.

[001769] Figura B2 (a-g) mostra o conjunto de dobradiças B107 conectado ao conjunto de diafragma B101 e aos enrolamentos de bobina B106. A estrutura de base de transdutor foi removida destas figuras para clareza. Como mostrado na figura B3 (a-d) o conjunto de dobradiças B107 compreende uma armação de base substancialmente longitudinal e um par de estruturas de dobradiça equivalentes estendendo-se lateralmente a partir de cada extremidade da armação de base e configurada para se localizar em ambos os lados do conjunto de diafragma e estrutura de base de transdutor in situ. A armação de base se estende ao longo de uma porção substancial do comprimento na estrutura de base mais grossa do corpo de diafragma e é configurada para se acoplar ao corpo de diafragma e ao enrolamento de bobina in situ. A estrutura da armação de base será descrita mais detalhadamente abaixo.

[001770] A Figura B3 (a-d) mostra o conjunto de dobradiça flexível B107 deste exemplo em detalhes. Cada estrutura de dobradiça B201/B203 compreende um bloco de conexão B205/B206 que é configurado para se acoplar rigidamente a um lado da estrutura de base do transdutor B120. A estrutura de base do transdutor B120 pode compreender um recesso complementar na superfície da estrutura para auxiliar com o acoplamento das partes. As estruturas de dobradiça compreendem um par de elementos de dobradiça flexíveis elementos B201 e B203. Os elementos de dobradiça de cada par de dobradiças B201a/B201b e B203a/B203b são angulares entre si. Neste exemplo, os elementos de dobradiça B201a e B201b são substancialmente ortogonais em relação um ao outro, e os elementos de dobradiça B203a e B203b são substancialmente ortogonais em relação um ao outro. Entretanto, outros ângulos relativos estão previstos, incluindo um ângulo agudo entre eles para cada par de

elementos de dobradiça, por exemplo. Cada elemento de dobradiça é substancialmente flexível, de tal forma que seja capaz de se flexionar em resposta às forças que são substancialmente normais ao elemento. Desta forma, os elementos de dobradiça possibilitam o movimento rotacional/articulado do conjunto de diafragma em torno do eixo de rotação B116. Pelo menos um elemento de dobradiça de cada par (mas, preferencialmente, ambos) é, de preferência, também resiliente tal que seja tensionado para uma posição neutra, para, assim, tensar o conjunto de diafragma em direção a uma posição neutra in situ e durante a operação do transdutor. Cada elemento é capaz de flexionar de uma forma que permita que o conjunto de diafragma gire para qualquer direção da posição neutra.

[001771] Neste exemplo, cada elemento de dobradiça B201a, B201b, B203a e B203b é uma seção substancialmente plana de material flexível e resiliente. Como será explicado mais detalhadamente abaixo na seção 3.3, outros formatos são possíveis e a invenção não se destina a ser limitada a este exemplo.

[001772] Outras variações do mecanismo de dobradiça flexível também são possíveis em combinação com este sistema de desacoplamento A500, como descrito em detalhes na seção 3.3 deste relatório descritivo.

4.5 Outras combinações preferenciais e/ou implementações

[001773] Como foi descrito acima, dispositivos de áudio de baixa ressonância da presente invenção são particularmente úteis em aplicações de áudio de alta-fidelidade, e isso significa que um número de configurações de direcionamento de ressonância da presente invenção, incluindo configurações de incorporação de sistemas de desacoplamento que ajudam a lidar com os problemas de ressonância, pode ser implantado de maneira útil em combinação com recursos que auxiliam com a implantação de áudio de alta fidelidade. Tais recursos incluem, mas não estão limitados a, reprodução multicanal ou estereofônica, ampla ou,

preferencialmente, reprodução de áudio de largura de banda e, no caso de dispositivos de áudio pessoais, meios de montagem (com precisão e repetidamente) para localizar os transdutores em relação a um ouvido de usuário ou ouvidos.

[001774] Preferencialmente, o meio de excitação é de um tipo que é altamente linear e adequado para reprodução de áudio de alta fidelidade, tal como um motor do tipo eletrodinâmico.

[001775] Em transdutores de áudio de alta fidelidade da presente invenção que têm diafragmas de ação rotacional, a reprodução de áudio é aprimorada por meio de excursão de diafragma maximizado e susceptibilidade reduzida à ressonância, quando a razão do raio do raio de localização de fixação do componente de transferência de força para o comprimento de corpo de diafragma, medido a partir do eixo de rotação, é, preferencialmente, menor do que 0,6, mais preferencialmente menor do que 0,5 e, o mais preferencial é menor do que 0,4.

4.5.1 Aplicação estereofônica

[001776] Transdutores de alto-falante que utilizam sistemas de montagem de desacoplamento dessa presente invenção são particularmente úteis em aplicações de áudio de alta fidelidade. Portanto, é preferível que os sistemas de desacoplamento descritos na seção 4.2 ou sistemas, que podem ser projetados em conformidade com a seção 4.3 são usados em um dispositivo de áudio com dois ou mais canais de áudio diferentes através de uma configuração de dois ou mais transdutores de áudio (por exemplo, transdutor de alto-falante), por exemplo, como parte de um sistema estereofônico ou quadrafônico como em oposição a um sistema monofônico. Os transdutores de áudio neste exemplo são configurados para, simultaneamente, reproduzir pelo menos dois canais de áudio diferentes que são preferencialmente independentes um do outro.

[001777] Em tal aplicação, o sistema de montagem de desacoplamento pode ser montado para aliviar pelo menos parcialmente a

transmissão mecânica de vibração entre o conjunto de diafragma do primeiro transdutor e do segundo transdutor.

4.5.2 Áudio pessoal

[001778] Como já foi anteriormente discutido, um exemplo de adaptação da implantação de transdutor de áudio é usar como um transdutor de áudio em aplicações de áudio pessoal, uma vez que as ressonâncias indesejáveis podem ser empurradas para fora da faixa auditiva, potencialmente resultando em armazenamento de energia baixa de maneira sem precedente diretamente para o limite superior da largura de banda audível. Outra implementação preferencial do sistema de desacoplamento descrito na seção 4.2 é, portanto, em um dispositivo de áudio pessoal que é configurado para estar localizado em ou proximal ao ouvido do usuário, tal como headphones ou fones de ouvido.

[001779] Por exemplo, o transdutor da modalidade A pode ser construído em duas formas: um alto-falante de faixa média/aguda e um alto-falante de graves. Ambas as unidades são implementadas em um headphone circumaural de 2 vias, mostrado na Figura H3a, no lugar do lado direito da cabeça humana H304, com acolchoamento circumaural H305 estendendo-se em torno da parte externa do ouvido.

[001780] Figura H3b mostra a cabeça H304, o ouvido H303, o alto-falante de grave H302 e o alto-falante de agudo H301, mas não mostra o resto do headphone. O posicionamento do alto falante de agudos H301 é tal que a ponta do diafragma (a partir do qual a maioria da pressão de som é gerada) está localizada perto, e mesmo em frente ao canal auricular, uma vez que as frequências de graves do outro alto-falante são relativamente não direcionais.

[001781] A frequência de cruzamento utilizada nesta implementação é 300 Hz, então a unidade aguda reproduz o volume da faixa de frequência (300 Hz a 20 kHz.) A ponta do diafragma do alto-falante de grave H302 está localizado em frente à parte superior do ouvido, perto

do ouvido e da ponta do alto-falante de agudo, uma localização que maximiza a utilização da excursão de diafragma que é possível com o projeto, enquanto reduzindo a largura de headphone geral por razões estéticas.

[001782] Tanto o alto-falante de agudos H301 como o alto-falante de graves H302 foi medido, desinstalados do headphone, e gráficos de queda espectral cumulativa (*cumulative spectral decay plots* - CSD) criados que ilustram o desempenho substancialmente livre de ressonância da invenção.

[001783] O alto-falante de agudos H301 tem tanto uma largura de corpo de diafragma A219 e comprimento de corpo de diafragma A211 de 15 mm. O ângulo de excursão máxima projetado é +/- 15 graus, que corresponde a cerca de 7,6 mm de distância de excursão de pico a pico na ponta do diafragma e um volume de pico a pico de deslocamento de ar de cerca de 800mm^3 .

[001784] A resposta foi medida no eixo com um microfone em grande proximidade (cerca de 5 mm de distância) a partir da ponta de meio do conjunto de diafragma A101, e o gráfico de queda espectral cumulativa (CSD) é mostrado na Figura H2a. O eixo y corresponde à pressão de som variando de -60 dB a 0 dB, o eixo x corresponde à frequência que varia de cerca de 100 Hz a 20 kHz, e o eixo z é tempo variando de 0 a 2,07ms.

[001785] O pico amplo H201 da ressonância fundamental do diafragma em cerca de 170 Hz pode ser visto com uma aresta ampla que se estende para a frente no tempo. A primeira frequência de ruptura do diafragma está localizado a cerca de 15 kHz, e é uma torção de modo semelhante ao mostrado na Figura A13g (e semelhante ao pico de gráfico de sensor A1417 descrito anteriormente com relação ao gráfico mostrado na Figura A14s). Porque o microfone foi posicionado próximo ao meio do diafragma, a pressão de ar líquida gerada foi pequena e este modo é difícil de identificar no gráfico de CSD da Figura H2a, mas uma pequena aresta

que se estende para a localização H203 se dá, provavelmente, devido a este modo de ressonância.

[001786] Uma aresta correspondente ao primeiro modo de ruptura, que afeta seriamente a resposta e pressão de frequência, está localizada no H204, em aproximadamente 20 kHz. Deve ser notado que o software criando o gráfico de CSD inicia a filtrar a parte do gráfico de aproximadamente 17 kHz.

[001787] Esta resposta de gráfico Waterfall desse transdutor é muito boa. A altura do 'vale' na região de cerca de 5 kHz é uma queda de aproximadamente 50 dB, mas acredita-se que transdutor seja substancialmente livre de ressonância na largura de banda indicada por H205, o que implica que o vale seria maior ainda se não fosse por limitações experimentais e matemáticas.

[001788] O alto-falante de graves H302 possui uma largura de corpo de diafragma de 36 mm e um comprimento de corpo de diafragma de 32mm. O ângulo de excursão máxima projetado é +/- 15 graus, que corresponde a cerca de 16 mm de distância de excursão de pico a pico na ponta do diafragma e um volume de pico a pico de deslocamento de ar de cerca de 8900 mm^3 .

[001789] A resposta foi medida no eixo com um microfone em grande proximidade (cerca de 5 mm de distância) a partir da ponta de meio do diafragma, e o gráfico de CSD resultante é mostrado na Figura H6a. O eixo y corresponde à pressão de som variando de -55dB a 0dB, o eixo x corresponde à frequência que varia de cerca de 100 Hz a 20 kHz, e o eixo z mostra tempo variando de 0 a 2,07ms.

[001790] A ressonância de fundamental do diafragma em cerca de 40 Hz está abaixo da faixa deste gráfico, e é a causa da aresta ampla que estende para frente no tempo, H605 sendo um lado desta aresta. A primeira frequência de ruptura H601 do diafragma ocorre em cerca de 6 kHz, e é uma torção de modo similar àquele mostrado na Figura A13g. Uma aresta

correspondente a um modo de ruptura significativa que afeta seriamente a resposta de pressão do som, localizada em aproximadamente 7 kHz. Possivelmente, o maior percurso de modo de ruptura no gráfico está localizado em H603, em cerca de 11 kHz.

[001791] O desempenho do transdutor de graves é similar ao transdutor de faixa média/aguda. A altura do 'vale' na região de cerca de 4 kHz é de aproximadamente 45 dB.

[001792] As modalidades K, W e Y descritas na seção 5.2.2, 5.2.3 e 5.2.4 são configurações de dispositivos de áudio pessoal utilizando um sistema de desacoplamento projetado em conformidade com os princípios aqui descritos.

4.5.3 Dois transdutores acoplados a uma estrutura

[001793] Em algumas modalidades, o dispositivo de áudio pode compreender dois ou mais transdutores de áudio como descrito nas seções 4.2-4.4 (por exemplo, um transdutor de áudio de modalidade A, um transdutor de áudio de modalidade E e/ou um transdutor de áudio de modalidade U). Preferencialmente, em um exemplo, um sistema de montagem de desacoplamento semelhante a qualquer um é descrito na seção 4.2 ou outro projetado em conformidade com os princípios identificados na seção 4.3 é incorporado que parcialmente alivia a transmissão mecânica de vibração entre o diafragma de um transdutor para o outro transdutor de áudio, para ajudar a impedir vibrações a partir do diafragma que excita outro transdutor. O headphone mostrado na figura H3a é um exemplo de tal modalidade. Esse dispositivo incorpora quatro alto-falantes, dois no lado esquerdo e dois no lado direito do headphone. O lado direito só é mostrado na figura H3a, incorporando tanto um alto-falante de agudos H301 (que é semelhante ao transdutor de áudio da modalidade A) e um alto-falante de graves H302 (que é semelhante àquele do transdutor de áudio de modalidade A, exceto o maior). Ambos os alto-falantes têm sistemas de desacoplamento (como descrito na seção 4.2.1),

que ajudam a reduzir a transmissão mecânica de vibração entre os conjuntos de diafragma dos respectivos alto-falantes H301 e H302. Neste exemplo, ambos os alto-falantes têm um alojamento separado e o sistema de desacoplamento se localiza entre o transdutor de áudio e o alojamento associado. Um ou mais outros sistemas de desacoplamento com montagens flexíveis, tais como aqueles descritos nas seções 4.2.2 e 4.2.3 ou aqueles projetados de acordo com os princípios descritos na seção 4.3 pode também ser incorporado entre os alojamentos dos respectivos alto-falantes para aliviar adicionalmente a transmissão mecânica de vibração entre os conjuntos de diafragma. O lado esquerdo do headphone é uma versão oposta daquelas que estão no lado direito. Qualquer um dos quatro alto-falantes tem um sistema de desacoplamento que ajuda a reduzir a transmissão mecânica de vibração entre o diafragma daquele alto-falante e o diafragma de qualquer um dos outros três alto-falantes.

4.5.4 Configurações de sistema de desacoplamentos múltiplos

[001794] Em algumas modalidades, o dispositivo de áudio pode compreender dois ou mais dos sistemas de montagem de desacoplamento. Um único transdutor de áudio pode compreender várias camadas de sistemas de montagem de desacoplamento. Por exemplo, um dispositivo de headphone pessoal pode ter um sistema montando o transdutor a um pequeno defletor, e outro sistema montando o defletor à faixa de cabeça. Cada sistema contribui para a redução da transmissão mecânica de vibração entre as partes que cada sistema se conecta. Cada sistema de montagem de desacoplamento pode ser o mesmo ou diferente de qualquer um dos descritos na seção 4.2 ou projetados em conformidade com os princípios identificados na seção 4.3, por exemplo.

[001795] Na implementação do dispositivo de áudio da figura H3a e H3b, por exemplo, um par de transdutores de áudio H301 e H302 são providos no dispositivo de áudio e são para ser mantidos em um único alojamento H305, como mostrado na figura H3a. Nesta modalidade, cada

transdutor de áudio pode compreender um sistema de desacoplamento semelhante àquele descrito acima na seção 4.2.1 entre a estrutura de base de transdutor e um subalojamento associado de cada transdutor. Um sistema de desacoplamento ainda pode existir entre os subalojamentos do transdutor H301 e H302, e/ou entre cada subalojamento e o alojamento de headphone ou algum outro componente configurado para descartar o transdutor de áudio em ou perto de um ouvido do usuário ou ouvidos H305.

[001796] Em geral, o dispositivo de áudio compreendendo um transdutor de áudio tendo um diafragma e um mecanismo de transdução configurado para converter operativamente um sinal de áudio eletrônico e o movimento de rotação do diafragma correspondente à pressão de som, também compreende um sistema de montagem de desacoplamento que está localizado entre pelo menos uma primeira parte ou conjunto incorporando o transdutor de áudio e pelo menos uma outra parte ou conjunto do dispositivo de áudio para aliviar pelo menos parcialmente a transmissão mecânica de vibração entre a primeira parte ou conjunto e a pelo menos uma parte ou conjunto, o sistema de montagem de desacoplamento montando de maneira flexível a primeira parte ou conjunto à segunda parte ou conjunto do dispositivo de áudio. A primeira parte pode ser um alojamento, como um invólucro ou defletor para acomodar o transdutor de áudio. Um sistema de montagem de desacoplamento pode existir entre o transdutor de áudio e a primeira parte, sendo o invólucro ou defletor, tal como é descrito na seção 4.2. A segunda parte pode ser uma faixa de cabeça configurada para ser vestida por um usuário para colocar o transdutor de áudio em grande proximidade do ouvido ou ouvidos do usuário em uso. Em alguns casos, a pelo menos uma outra parte do dispositivo de áudio tem uma massa maior do que ou pelo menos a mesma que a massa da primeira parte, ou mais preferivelmente pelo menos 60%, ou 40% ou o mais preferivelmente pelo menos 20% da massa da primeira

parte. Por exemplo, o alojamento ou envoltório é preferencialmente de uma massa maior do que a estrutura de base de transdutor.

[001797] Qualquer um desses sistemas de desacoplamento pode ser similar a qualquer um descrito previamente na seção 4.2 ou, de outra maneira, outro projeto que se encontra com os princípios de projeto e as considerações delineadas na seção 4.3.

[001798] Os sistemas de desacoplamento de tal dispositivo de áudio podem ser combinados com uma estrutura de diafragma que é rígida para aprimorar o desempenho do dispositivo de áudio, como explicado na seção 4.4.1. Por exemplo, o diafragma pode compreender um corpo que tem uma espessura máxima de pelo menos 11%, ou mais preferencialmente pelo menos 14% de uma dimensão de comprimento maior do corpo.

[001799] Os sistemas de desacoplamento de tal um dispositivo de áudio poderá, alternativamente ou em adição, ser combinado com um transdutor de áudio de ter projeto de estrutura de diafragma pelo menos parcialmente livre em termos do conjunto de diafragma para aprimorar o desempenho do dispositivo de áudio, tal como explicado na seção 4.4.2. Por exemplo, o diafragma do transdutor de áudio compreende um corpo de diafragma com uma periferia que é substancialmente livre da conexão física com um interior da primeira parte.

[001800] Além disso, o dispositivo de áudio pode compreender dois ou mais de tais transdutores de áudio e/ou dois ou mais de tais sistemas de montagem de desacoplamento.

4.5.5 Modularização de um dispositivo de áudio para desacoplamento

[001801] No contexto da presente invenção, o desacoplamento é mais frequentemente usado para dividir um grande dispositivo de áudio, que é complicado em termos de gestão de ressonância, em seções menores, uma das quais contém o alto-falante e é suficientemente pequeno

tal que a gestão de ressonância se torne viável através do uso de materiais rígidos e geometrias robustas.

[001802] Frequentemente, o transdutor será desacoplado de um defletor ou invólucro, no entanto, outras configurações são possíveis, por exemplo, uma estrutura de base de transdutor pode ser rigidamente anexada a um defletor suficientemente compacto ou invólucro, para formar um "conjunto de estrutura de base" que é, então, desacoplado do restante do dispositivo de áudio.

[001803] Em alguns momentos, dois ou mais transdutores podem ser incorporados na mesma estrutura de montagem, por exemplo, de uma faixa de cabeça de um headphone, ou o invólucro de um alto-falante de duas vias, tal como o alto-falante de computador pessoal pequeno das figuras Z1a-d. Nestes casos, quando o motorista utiliza alto-falante de ação de dobradiça, vantagens podem ser providas pelo desacoplamento de um transdutor de outros, incluindo que a vibração de um não transmite facilmente e excita o outro, e que pode ser reduzida a distorção de Doppler devido a, por exemplo, um alto-falante de frequência mais alta que é oscilada pela ação de um alto-falante de frequência inferior conectado. No caso do alto-falante de computador Z100, cada alto-falante: unidade de agudos Z101, unidade de faixa média-grave Z102 são ambos desacoplados do invólucro Z104. Para vibrações mecânicas para transmitir de um alto-falante para outro, eles devem passar através de ambos os sistemas de desacoplamento associados com os alto-falantes. Além disso, o invólucro Z104 tem um pé de borracha ou outro pé substancialmente macio Z105 que desacopla o invólucro a partir do chão ou solo Z106. Isso significa que as vibrações mecânicas a partir de qualquer um dos dois alto-falantes de transdutores de áudio Z101 ou Z102 deve passar através de dois conjuntos de sistemas de desacoplamento antes de atingir o chão, o que reduz a excitação dos modos de ressonância do chão e das paredes e do mobiliário anexado ao chão.

[001804] Maiores benefícios são exibidos de partes mais pesadas de desacoplamento do dispositivo de áudio. Prover o benefício significativo é preferível em que um sistema de desacoplamento isola alguma parte do dispositivo de áudio que tem massa maior do que aquela do conjunto de estrutura de base, ou pelo menos maior do que 60%, ou 40% ou 20% da massa do conjunto de estrutura de base.

[001805] Em uma configuração possível, por exemplo, um transdutor de áudio desacoplado compreende um diafragma que é suportado por um fluido ferromagnético. É preferível que uma proporção substancial do suporte provido ao diafragma contra translações, em uma direção substancialmente paralela ao plano coronal do corpo de diafragma, seja provida pelo fluido ferromagnético. Uma vez que esse projeto de transdutor pode ser feito para ter níveis baixos ou mesmo zero de ressonância dentro da FRO, ele é útil em conjunto com o sistema de desacoplamento de transdutor que impeçam o transdutor de tornar-se combinado com um invólucro (ou defletor, etc.) e, assim, compreendendo um sistema propenso à ressonância.

5. Dispositivos de áudio pessoais

5.1 Introdução

[001806] Dispositivo de áudio pessoal, incluindo, por exemplo, headphones, fones de ouvido, telefones, aparelhos auditivos e telefones celulares incorporam transdutores de áudio que são projetados para serem normalmente localizados em grande proximidade de uma cabeça do usuário ou em associação direta com a cabeça do usuário para converter som diretamente em ou diretamente a partir de um usuário. Tais dispositivos são normalmente configurados para se localizar dentro de aproximadamente dez centímetros ou menos de uma cabeça do usuário, orelhas ou boca em uso, por exemplo. Dispositivos de áudio pessoais são normalmente compactos e portáteis, e, assim, os transdutores de áudio incorporados nele são também substancialmente mais compactos do que

em outras aplicações, tais como sistemas de áudio, televisores e computadores desktop e laptop, por exemplo. Tais requisitos de tamanho normalmente limitam a flexibilidade para a obtenção de uma qualidade de som desejada, fatores, tais como o número de transdutores de áudio que podem ser incorporadas, devem ser considerados. Mais frequentemente, um único transdutor de áudio pode ser necessário para prover toda a faixa de áudio do dispositivo, por exemplo, o que poderia limitar potencialmente a qualidade do dispositivo.

[001807] Também, transdutores de áudio usados para aplicações de áudio pessoais são geralmente limitados em largura de banda do áudio que podem se reproduzir de forma eficaz, devido a um compromisso por meio do que o aumento da excursão de diafragma e redução da frequência fundamental (W_n) resulta em uma zona de flexão de diafragma, ou ainda um envoltório de diafragma, que é propenso a balançar e a ressonâncias de ruptura de modo de gongo em frequências altas.

[001808] Os projetos de transdutores de áudio descritos previamente podem ser particularmente (embora não exclusivamente) vantajosos em aplicações de áudio pessoal na medida em que eles permitem um projeto compacto enquanto tendo potencial para atingir um nível de desempenho em certos aspectos-chave, o que é difícil ou impossível de alcançar em dispositivos projetados para serem localizados mais longe do ouvido e em dispositivos que podem ser relativamente baratos de produzir. Algumas modalidades de aplicação de áudio pessoal serão descritas abaixo e será feita referência às combinações particulares dos aspectos dos projetos de transdutor de áudio descrito previamente que são particularmente vantajosos nesta aplicação.

5.2 Modalidades de Áudio pessoais

5.2.1 Modalidade P - Fone de Ouvido

[001809] Com referência às figuras P1-P3, uma primeira modalidade de um dispositivo de áudio pessoal P100 é mostrado na forma

de um dispositivo de interface de fone de ouvido. Este dispositivo pode ser parte de um aparelho de fone de ouvido compreendendo um par de dispositivos de interface de fone de ouvido para cada orelha do usuário. Embora a seguinte descrição seja em referência a um fone de ouvido, será apreciado que o mesmo sistema ou conjunto descrito pode ser implementado em qualquer outro dispositivo de áudio pessoal, incluindo (mas não limitado) headphones, telefones móveis, aparelhos auditivos e o similar. As figuras mostradas e a modalidade serão descritas com referência a um único fone de ouvido, no entanto será apreciado que o dispositivo de áudio pessoal possa compreender um par de fones de ouvido de mesma construção ou similar para cada um dos ouvidos do usuário.

[001810] Referindo-se à figura P1, em particular, o dispositivo de áudio P100 compreende uma base substancialmente oca P102 tendo pelo menos uma câmara para acomodar um conjunto de transdutor de áudio nele. A base P102 é substancialmente aberta em uma extremidade (voltado para cavidade P120) e substancialmente fechada em uma extremidade oposta longe de uma pequena ventilação ou passagem de fluido de vazamento de ar P105. Uma parte de alojamento ou envoltório P103, aberta em ambas as extremidades, acopla a base na extremidade aberta e cria uma passagem de ar do conjunto de transdutor. A extremidade oposta da parte de alojamento é acoplada a uma interface ou sistema de montagem de ouvido P101, tal como um plugue de ouvido P101 tendo uma ventilação P109. Uma passagem de ar, portanto, estende-se desde o conjunto de transdutor para a ventilação P109. Será apreciado que a base P102 e a parte de alojamento P103 possam ser componentes separados que são acoplados por meio de qualquer mecanismo adequado (por exemplo, engate por encaixe de trava, adesivo, fixadores, etc.) ou formados de maneira integral. Juntas, essas partes P102 e P103 formam um alojamento para o conjunto de transdutor. De maneira similar, a parte de alojamento P103 e o plugue P101 podem ser componentes separados que

são acoplados por meio de qualquer mecanismo adequado (por exemplo, engate por encaixe de trava, adesivo, fixadores, etc.) ou formados de maneira integral. O dispositivo P100, preferencialmente, compreende um corpo em formato de residir dentro de um ouvido do usuário, tal como o canal auricular ou concha do usuário, de modo que possa localizar o transdutor de áudio adjacente ou dentro do canal auricular utilizado. O corpo de plugue P101 pode ser formado ou coberto por um material macio para conforto, tal como materiais plásticos moles como silicone ou similar. In situ e durante a utilização, o plugue auricular P101 é preferencialmente configurado para substancialmente vedar, por exemplo, contra ou dentro do canal auricular. A base P102 compreende um envoltório interno dentro do qual a estrutura de base de transdutor do transdutor de áudio é rigidamente acoplado e suportado.

[001811] A base P102 pode alojar os componentes eletrônicos nela e compreendem um canal para o recebimento de um conector P124 a partir de outro dispositivo nela.

[001812] Referindo-se agora às figuras P1g-P1l e P2a-d, em especial, o conjunto de transdutor de áudio compreende um conjunto de diafragma P110 que é acoplado de maneira móvel a uma base P102 por meio de um mecanismo de excitação/transdução. Nesta modalidade, o mecanismo de excitação é um mecanismo eletromagnético, no entanto, será apreciado que, em modalidades alternativas, outros mecanismos podem ser utilizados, tal como usando motores e similares. Nesta modalidade, o transdutor de áudio é um transdutor de ação linear em que o conjunto de diafragma é configurado para retribuir/oscilar substancialmente linearmente durante a operação para converter o som. Será apreciado, em outras modalidades, o transdutor de áudio pode ser um transdutor de ação rotacional configurado para oscilar de maneira rotativa em relação à estrutura de base. O conjunto de diafragma P110 compreende uma curva ou um corpo de diafragma em cúpula P125. O corpo de diafragma é,

preferencialmente, formado a partir de um material adequadamente rígido, como o titânio, por exemplo. Nesta modalidade, o corpo de diafragma é substancialmente rígido de tal forma resiste à flexão ou dobra na medida em que é recíproco durante a operação do transdutor. Será apreciado, no entanto, que, em modalidades alternativas, o corpo de diafragma pode ser substancialmente flexível. O corpo de diafragma compreende uma superfície principal substancialmente lisa em ambos os lados.

[001813] Estendendo-se a partir da periferia do corpo de diafragma e rigidamente associado a ele é uma estrutura de base de diafragma longitudinal, que compreende uma armação de base de diafragma P115 e um componente de transferência de força P114 acoplado de maneira rígida a ele. O componente de transferência de força P114 nesta modalidade é um ou mais enrolamentos de bobina P114 que formam parte de um mecanismo de excitação (ou transdução). A armação de base de diafragma P115 forma um molde substancialmente longitudinal para a bobina ou bobinas se enrolarem em torno. Nesta modalidade, uma primeira bobina P114a é enrolada mais perto da extremidade de cúpula P125 da armação de base, e uma segunda bobina de P114b é enrolada mais perto da outra extremidade. Será apreciado que qualquer número e distribuição de enrolamentos de bobinas podem ser usados e a invenção não se destina a ser limitada neste exemplo. Nesta modalidade, membros de orientação salientes P116a-P116c se localizam em ambos os lados dos enrolamentos de bobina para ajudar a manter os enrolamentos dentro no local apropriado. A armação de base P115 e membros de orientação P116 são formados a partir de diferentes componentes e acoplados uns aos outros por meio de qualquer mecanismo adequado (por exemplo, encaixe de trava, adesivo, fixadores e semelhantes), neste exemplo, no entanto, é apreciado que estes podem ser formados como um único componente integral. A armação de base estende-se a partir de e é rigidamente acoplada à periferia do corpo de diafragma. Em combinação com os

enrolamentos de bobina e membros de orientação, isso faz com que a estrutura de base de diafragma. A estrutura de base de diafragma, em combinação com o corpo de diafragma, forma um conjunto de diafragma.

[001814] Um par de estruturas magnéticas, cada um compreendendo um ímã permanente P112, peças polares internas P111a e P111b, e outra peça polar exterior P111c, é rigidamente acoplado ao envoltório interior da base P102 em ambos os lados de um canal central ou câmara de ar P121, localizado em um lado do corpo de diafragma voltado para longe da localização de montagem de ouvido. A peça polar externa P111c é ligada por e rigidamente conectada a um envoltório compreendendo paredes internas substancialmente verticais opostas da base P102. A peça polar interna P111b é assentada e conectada rigidamente à parede interna lateral P102a da parte de base P102. A outra peça polar interna P111a é assentada e fixada diretamente sobre o ímã P112. As peças polares internas P111a e P111b são espaçados para as peças polares externas P111c e, pela ação do ímã P112, geram um campo magnético no entremeio, concentrando o fluxo magnético nessas duas localizações de anel circular. Essas lacunas coincidem com o número de enrolamentos de bobinas. Será apreciado que este número poderia ser diferente dependendo do número de enrolamentos de bobinas. Em uma posição neutra, cada enrolamento de bobina P114a, b, está alinhado com um par de lacunas. Em algumas modalidades pode haver um número errôneo de lacunas e bobinas, mas as lacunas são pelo menos distribuídas de tal forma que uma ou mais bobinas atravessem o entremeio durante a operação. Em algumas modalidades, o sinal de áudio pode ser desviada para diferentes bobinas dependentes de, por exemplo, excursão de diafragma.

[001815] As peças polares externas e internas criam um canal no entremeio para um lado do componente de transferência de força, incluindo o molde de bobina P115 e enrolamentos de bobina P114a, b, para se

estender por in situ e retribuir dentro da operação. Recessos P102c nas paredes internas laterais da base P102 se alinham com estes canais como faz um anel espaçador cilíndrico P122 para permitir que o componente de transferência de força para se estender para dentro durante a operação.

[001816] Nesta modalidade, o apoio e o alinhamento do componente de transferência de força do conjunto de diafragma P110 são mantidos usando fluido ferromagnético P113a-d (aqui referido como ferrofluidos). Ferrofluido é mantido dentro de cada lacuna formada entre a peça polar interna e a externa em virtude do fluido ser magneticamente atraído para o fluxo magnético que se concentra aqui, e a estrutura de base de diafragma estende-se através do mesmo. In situ, dentro de cada lacuna, anéis de ferrofluido interno e externo se atraem e se localizam contra as peças polares internas e externas, respectivamente. Durante a operação do conjunto de diafragma P110 retribui dentro e através de ferrofluido e é mantido em alinhamento com as lacunas formadas entre as peças polares por ação do ferrofluido. Preferencialmente, o ferrofluido está em contato e/ou substancialmente se veda contra o diafragma, tal que impede substancialmente o fluxo de gases, tal como o ar no entremeio.

[001817] Uma ventilação traseira de passagem de fluido de vazamento de ar P105 é formada na estrutura de base P102 que está em um lado do corpo de diafragma. A passagem de fluido P105 é substancialmente alinhada com o canal que se estende entre os ímãs P102. A passagem de fluido P105 pode compreender um material de elemento permeável ou poroso P123, tal como uma malha ou material espumoso de célula aberta ou tecido acoplado à base P102 para permitir que o fluxo de gases, incluindo ar, no entremeio enquanto impedindo a entrada de outros materiais estranhos dentro do dispositivo. Será apreciado que este elemento ou material P123 seja preferencial, mas opcional. Uma passagem de fluido P118 está localizada em um lado do envoltório e conecta de maneira fluida conecta a cavidade de ar P120 em um lado do

conjunto de diafragma configurado para localizar em ou adjacente a um ouvido do usuário com a cavidade de ar P121 localizada no lado oposto do conjunto de diafragma (voltado para longe do lado de interface/montagem do ouvido do dispositivo). A passagem de fluido P118 pode compreender um material ou elemento permeável ou poroso P126, tal como uma malha ou tecido espumoso ou material acoplado à base P102 para permitir que o fluxo de gases, incluindo o ar, através desta passagem enquanto também amortecendo quaisquer ressonâncias indesejadas que possam ocorrer dentro. Será apreciado que este elemento ou material P126 seja preferencial, mas opcional.

[001818] Durante a operação, como o conjunto de diafragma retribui por ação do mecanismo de excitação, a pressão de som é gerada e atravessa o canal do alojamento superior P103 e sai pela ventilação P109 do plugue de ouvido P101. Em alguns casos, esse canal pode compreender um gargalo alongado ou conduíte levando à montagem de ouvido P101. Ressonâncias indesejadas podem ocorrer dentro deste gargalo alongado ou conduíte na parte de alojamento P103, e na região de cavidade de ar P121, durante a operação. Um material permeável ou poroso, tal como um material espumoso P127 podem ser localizados dentro do gargalo para ajudar a amortecer ressonâncias de ar indesejadas que podem ocorrer durante a operação dentro destas regiões. Como será apreciado, este material P127 é preferencial, mas opcional.

Periferia livre

[001819] Em aplicações de áudio pessoal, devido ao projeto de tamanho pequeno do sistema de suspensão de conjunto de diafragma é particularmente difícil. Em particular, é difícil conseguir a alta excursão de diafragma e uma baixa frequência de ressonância de diafragma fundamental com uma estrutura de diafragma leve e muito pequena, sem a criação de ressonâncias de diafragma e de suspensão em torno da faixa de frequência de agudos altos, e sem a adição indevida de massa.

[001820] Em um transdutor de áudio pessoal do tipo de ação linear convencional, onde o conjunto de diafragma é configurado para retribuir de forma linear, a largura de banda relativamente ampla significa que, ao contrário de um caso de um alto-falante de agudos de áudio caseiro de tamanho comparável, por exemplo, há um requisito para excursão de diafragma significativa, e um requisito para a alta complacência de suspensão. Isso implica que deve haver uma área significativa da zona de envoltório que está envolvida na flexão, a fim de atingir a alta excursão, e que, no caso de um típico headphone ou alto-falante de fone de ouvido, esta zona ampla deve, além disso, ser aproximadamente 100 vezes mais complacente (por exemplo, 100 vezes menos espessa para atingir uma frequência de ressonância de $\omega_n=100$ Hz, por exemplo) do que o envoltório de um alto-falante de agudos típico (que atinge uma frequência de ressonância dos $\omega_n = 1000$ Hz, por exemplo), a fim de prover uma frequência de ressonância fundamental para o diafragma, que é aproximadamente 10 vezes menor em frequência.

[001821] É por isso que a maioria dos headphones e fones de ouvido têm uma frequência de ressonância de diafragma fundamental muito maior do que seria aceitável em áudio caseiro, com a resposta *roll off* geralmente abaixo de 90 Hz, enquanto também tendo desempenho de agudos que sofre mais ressonância do que um alto falante de agudos de áudio caseiro equivalente.

[001822] Por exemplo, considerando que em sistemas estéreos de áudio caseiro a resposta de graves tipicamente reduz abaixo de 35 a 40 Hz, um headphone dinâmico de modelo líder de mercado normalmente tem uma frequência de ressonância de diafragma fundamental em torno de 100 Hz e a resposta dos graves normalmente reduz abaixo de cerca de 80 Hz. Também, a comparação entre gráficos Waterfall de um alto falante de agudos de áudio caseiro de extremidade alta versus um headphone líder de mercado normalmente mostra que o alto falante de agudos sofre

significativamente menos de problemas de distorção de armazenamento de energia, particularmente em frequências agudas.

[001823] A suspensão de diafragma, portanto, é um recurso de projeto importante em aplicações de áudio pessoal. A utilização de pelo menos conjunto de transdutor de áudio de periferia pelo menos parcialmente livre, conforme definido na seção 2.3 deste relatório descritivo, por exemplo, pode, potencialmente, melhorar a operação de um dispositivo de áudio pessoal que requer uma suspensão com complacência relativamente elevada ao movimento. O dispositivo de áudio pessoal P100, por exemplo, compreende um transdutor de áudio com um conjunto de membrana P110 compreendendo um corpo de diafragma e um mecanismo de excitação configurado para agir no corpo de diafragma para mover o corpo em uso em resposta a um sinal elétrico para gerar som. O dispositivo de áudio compreende adicionalmente uma carcaça que é formada, em parte, pela base de P102 e também por parte do alojamento P103, que acomoda o transdutor de áudio. Como mostrado na figura P1h, o corpo/estrutura de diafragma compreende uma periferia externa que é livre de conexão física com uma estrutura circundante tal como com o envoltório interior e/ou com a estrutura da base P102. Nesta modalidade, a periferia de corpo de diafragma é livre de conexão física ao longo de cerca de toda a periferia. Nesta modalidade, o conjunto de diafragma P110 incluindo o corpo de diafragma está livre de conexão física com as peça polar interna e a externa P111a-c do mecanismo de excitação. Como essas partes P111a-c são rigidamente conectadas com o interior do alojamento (com peça polar interna P111a conectada por meio de ímã P112 e peça polar interna P111b), eles formam parte do interior ao qual o conjunto de diafragma é fisicamente desconectado.

[001824] O corpo/estrutura de diafragma e o conjunto de diafragma P110 estão livres de conexão física com a parte de alojamento P103 interior e a parte de estrutura de base P102 interior. Todas as partes

móveis do conjunto de diafragma P110, incluindo o corpo de diafragma e a estrutura de base de diafragma, são completamente livres de conexão física com o interior do alojamento ou da estrutura de base. Será apreciado, inteiramente livre de conexão física como usado neste relatório descritivo destina-se a significar pelo menos aproximadamente inteiramente livre de conexão física. Em alguns casos, os fios levando às bobinas, por exemplo, podem precisar se conectar rigidamente a uma estrutura circundante, no entanto, como será apreciado por aqueles versados na técnica isso não é e não se destina a formar um suporte ou suspensão para o conjunto de diafragma ao qual as faces totalmente ou substancialmente livres de conexão física destinam-se a se relacionar.

[001825] Mesmo no caso em que projeto de periferia parcialmente livre é empregado, a área dos componentes de suspensão envolvidos na flexão é drasticamente reduzida, e esses componentes são comparativamente mais geometricamente robustos contra ressonâncias internas em relação à complacência e excursão providas. Isso ajuda a resolver o compromisso de 3 formas entre a excursão de diafragma, a frequência de ressonância fundamental de diafragma e ressonâncias de alta frequência impostas por suspensões convencionais. Será apreciado que, em modalidades alternativas, o corpo/estrutura de diafragma e/ou o conjunto de diafragma podem estar pelo menos parcialmente e significativamente livres da conexão física longitudinalmente, por exemplo, pelo menos 20 por cento de um comprimento, ou pelo menos 30% do comprimento da periferia exterior. Mais preferivelmente, o corpo/estrutura de diafragma e/ou o conjunto é substancialmente livre da conexão física, por exemplo, ao longo de pelo menos 50 por cento do comprimento e mais preferivelmente pelo menos 80 por cento do comprimento.

[001826] Também, esta modalidade mostra um fone de ouvido do dispositivo que compreende um plugue de ouvido configurado para estar localizado dentro da concha ou entrada de cana auricular ou canal auricular

de um ouvido de usuário. Os benefícios de um projeto de diafragma de periferia inteiramente, substancialmente ou parcialmente livre, como descrito acima, e como mostrado nesta modalidade são de alguma maneira exagerada nas aplicações de fone de ouvido uma vez que, pelo fato de que a parte de transdutor do dispositivo normalmente tem de ser pequeno o suficiente para caber substancialmente dentro da concha ou canal auricular do ouvido ou pelo menos deve ser suficientemente pequeno para que possa ser mantida sem uma faixa de cabeça, a baixa massa do diafragma torna-se particularmente difícil para reduzir a frequência de ressonância fundamental. Além disso, a exigência por um pequeno conjunto de diafragma significa que a alta excursão é particularmente útil.

[001827] Neste caso, o transdutor tem pouca ressonância indesejada ou nenhuma que ocorre dentro da largura de banda audível. Ainda outra vantagem de um diafragma de periferia inteiramente, substancialmente ou parcialmente livre em aplicações de fone de ouvido é que, em virtude do pequeno tamanho, o relaxamento ou a eliminação das restrições impostas por suspensões convencionais deixa um conjunto de diafragma, alto-falante e todo o dispositivo, que pode ser feito para ter poucos ou até mesmo nenhum modo de ressonância indesejado significativo. Como descrito acima, modos de ressonância indesejados em um alto-falante tendem a armazenar, e então liberar após um atraso, a energia vibracional do diafragma, que por sua vez tende a obscurecer e sobrepujar subjetivamente o áudio reproduzido.

Suporte de Ferrofluido

[001828] Nessa modalidade, o conjunto de diafragma P110 e/ou estrutura, incluindo todas as regiões de periferia externa que são livres de conexão física com o alojamento, é suportado em posição operativa em relação ao mecanismo de excitação da estrutura de base e em relação ao alojamento interior por um fluido, e mais preferencialmente por um ferrofluido.

[001829] Um conjunto de diafragma e/ou estrutura que é livre de conexão física com um corpo circundante, mas que é suportado usando fluidos ferromagnéticos para suspender o conjunto de diafragma em relação ao mecanismo de excitação e/ou estrutura de base de transdutor, também pode ser altamente eficaz em aplicações de áudio pessoal, uma vez que ressonâncias de suspensão são praticamente eliminadas ainda em excursão de diafragma alta e largura de banda alta ainda podem ser providas. A remoção da região de diafragma flexível e ou envoltório flexível pode resultar adicionalmente em aprimoramentos incluindo, mas não limitados a, linearidade aprimorada, distorção harmônica reduzida e resposta de fase mais linear.

[001830] O ferrofluido preferencialmente suporta o conjunto de diafragma a um grau que impede contato ou fricção, por exemplo, na periferia de conjunto de diafragma contra a estrutura de base de transdutor ou mecanismo de excitação.

[001831] Será apreciado que, em modalidades alternativas, o corpo de diafragma do transdutor de áudio pode compreender uma periferia externa que é completamente, substancialmente ou pelo menos parcialmente livre de conexão física com um interior do alojamento (por exemplo, ao longo de pelo menos 20 por cento do comprimento da borda, por exemplo), e que as seções do corpo de diafragma e/ou qualquer outra seção do conjunto de diafragma que não é fisicamente conectada ao interior do alojamento pode ser separada a partir do interior do alojamento por uma lacuna de ar relativamente estreita ou pequena.

[001832] O conjunto de diafragma é de um tipo com bobinas de motor ligadas no perímetro de modo que o conjunto de diafragma é autoportante e não se apoia em qualquer envoltório para suportar o corpo de diafragma. A suspensão de diafragma consiste em suspensão da bobina de motor em uma lacuna de circuito magnético por meio de um fluido ferromagnético contido dentro de referida lacuna. O fluido ferromagnético

emite uma força de centralização na bobina de motor, que por sua vez suspende o diafragma na localização correta.

[001833] Uma disposição de motor ressaltado deve ser usada pela qual os enrolamentos de bobina P114a e P114b são, cada uma, mais amplas do que suas lacunas de campo magnético adjacente às peças polares P111a e P111b respectivamente. Mas, em modalidades alternativas, uma suspensa ou outra disposição de motor de bobina pode ser usada. Os enrolamentos de bobina P114a e P114b são estendidos além da lacuna de campo magnético a fim de manter uma intensidade de motor substancialmente consistente ao longo da faixa de excursão de diafragma, uma vez que haverá um número substancialmente constante dos enrolamentos de bobina localizados dentro da lacuna de campo magnéticos adjacentes às peças polares P111a e P111b quando o diafragma se move em ambas as direções.

[001834] A forma de diafragma de cúpula com a bobina de motor no perímetro provê uma geometria tridimensional que, apesar de ser uma membrana, é substancialmente espessa em geral, e é comparativamente robusta contra ressonâncias. Não há borda de membrana não suportada exigindo suporte de um envoltório de diafragma de borracha, como é o caso, por exemplo, em um alto-falante de diafragma em cone convencional.

Conjunto de diafragma

[001835] O corpo de diafragma do conjunto de diafragma P110 é substancialmente rígido. O corpo de diafragma do conjunto de diafragma P110 é formado a partir de uma construção substancialmente rígida, tal como a partir de um plástico rígido, uma espuma de alta densidade, um material metálico ou uma estrutura reforçada, por exemplo. Será apreciado que, em algumas formas, o conjunto de diafragma pode compreender qualquer uma das configurações de Estruturas de diafragma R1-R4, como descrito na seção 2.2 desse relatório descritivo. Também será apreciado que qualquer uma das configurações de transdutores de áudio R5-R7

descritos na seção 2.3 desse relatório descritivo possa ser usada em alguma variação dessa modalidade. Por exemplo, o corpo de diafragma pode ser um corpo de diafragma que compreende uma ou mais faces principais, o reforço de estresse normal sendo acoplado adjacente em pelo menos uma das faces principais para resistir aos estresses de tensão-compressão sofridos ou adjacentes à face do corpo durante operação, e opcionalmente pelo menos um membro de reforço interno embutido dentro do corpo e orientado em um ângulo relativo a pelo menos uma das faces principais para resistir e/ou substancialmente mitigar deformação por cisalhamento sofrida pelo corpo durante operação. Será apreciado, no entanto, que em modalidades alternativas o corpo de diafragma pode ser substancialmente flexível.

[001836] Nessa modalidade, o corpo de diafragma compreende uma membrana em cúpula fina ou algum outro tipo de corpo de diafragma relativamente fina, mas compreendendo uma geometria que é suficientemente rígida contra os modos de dobra de diafragma completo primário a fim de que mantenha comportamento substancialmente rígido em torno do FRO/largura de banda destinada a operar do transdutor de áudio. O diafragma pode ser fino, bem como curvado em tal maneira que as dimensões gerais em uma direção perpendicular a uma face principal, excluindo componentes associados com o mecanismo de excitação (por exemplo, a profundidade da cúpula P204), são pelo menos 15% de uma distância máxima através de uma face principal (por exemplo, o diâmetro da cúpula P203). Isso facilita a possibilidade de uma geometria tridimensional, sendo uma curva em formato de cúpula tridimensional nesse caso, que é relativamente autoportante, pelo menos em comparação com projetos de diafragma de tipo mais plano onde o diafragma não é espesso ou pelo menos curvado. Preferencialmente, também, a dimensão geral de todo o conjunto de diafragma incluindo componentes associados com o mecanismo de excitação, é pelo menos 25% de uma distância máxima

através de uma face principal em uma direção perpendicular a uma face principal. Isso se deve ao fato de que o conjunto de diafragma com dimensões significativas em três dimensões tende a ter integridade estrutural aprimorada em relação aos modos de ressonância.

[001837] Os componentes remanescentes do conjunto de diafragma, tal como o componente de transferência de força, pode auxiliar a manter a rigidez do corpo de diafragma durante operação.

Sistema de Montagem de Desacoplamento

[001838] Além disso, um sistema de montagem de desacoplamento da invenção, como descrito na seção 4 desse relatório descritivo, pode ser incorporado entre a estrutura de base de transdutor do transdutor de áudio e pelo menos outra parte do dispositivo de áudio, tal como a parte de alojamento P103 para aliviar pelo menos parcialmente a transmissão mecânica da vibração entre o diafragma e a pelo menos uma outra parte do dispositivo de áudio. O sistema de montagem de desacoplamento agindo para montar de maneira flexível um primeiro componente para um segundo componente do dispositivo de áudio como descrito na seção 4. Qualquer uma das modalidades descritas na seção 4.2 ou um sistema de desacoplamento projetado em conformidade com as considerações de seção 4.3 pode ser usado, por exemplo.

Passagens de Fluido de Vazamento de Ar

[001839] Como previamente descrito, o dispositivo de áudio P100, pessoal compreende um transdutor de áudio tendo um conjunto de diafragma, e um alojamento ou defletor para alojar o transdutor P100. O conjunto de diafragma compreende um diafragma e um mecanismo de excitação configurado para atuar no conjunto de diafragma durante uso em resposta a um sinal elétrico para gerar som. O diafragma compreende uma periferia externa que é substancialmente (ou pelo menos parcialmente) livre da conexão física com um interior do invólucro ou defletor em comprimento, por exemplo, ao longo de pelo menos 20 por cento de um comprimento da

periferia, mas mais preferencialmente ao longo de aproximadamente uma porção completa da periferia.

[001840] A interface/plugue de ouvido P101 é configurado para prover uma vedação suficiente entre um volume de ar dentro de uma cavidade frontal P120 dentro do dispositivo, localizado em ou adjacente o canal auricular do usuário ou concha em uso, e um volume de ar externo ao dispositivo (tal como a atmosfera circundante). A geometria e/ou material usado para o plugue de ouvido podem afetar a suficiência da vedação, por exemplo. Como previamente mencionado, o plugue P101 pode compreender um corpo em formato para residir de maneira aconchegante dentro de um ouvido do usuário, tal como contra a entrada do canal auricular do usuário, de modo que possa localizar o transdutor de áudio adjacente ao canal auricular do usuário e vedar contra essa localização. O corpo pode ser formado ou coberto em um material macio para conforto e para vedação suficiente, tal como um material plástico macio, como Silicone ou similar. Será apreciado que outros tipos de geometrias e materiais possam ser usados de maneira alternativa para vedação suficiente, como será aparente àqueles versados na técnica.

[001841] Na modalidade preferencial, o plugue auricular P101 é configurado para vedação de maneira suficiente e substancial entre a cavidade frontal P120 no lado de canal auricular do dispositivo e o volume de ar externo ao dispositivo *in situ*. Uma vedação substancial é uma que é configurada para aprimorar a pressão de som em, pelo menos, frequências de graves baixas (ou seja, proveem um estímulo de grave) durante operação, por exemplo. Por exemplo, o plugue auricular pode ser configurado para vedação substancial contra o ouvido do usuário *in situ* para aumentar a pressão de som gerada dentro do canal auricular (em, pelo menos, frequências de graves baixas) durante operação. Em alguma implementação, pressão de som, por exemplo, pode aumentar por uma media de pelo menos 2 dB, ou mais preferencialmente em pelo menos 4

dB, ou mais preferencialmente pelo menos 6dB, em relação à pressão de som gerada quando o dispositivo de áudio não está criando uma vedação suficiente (quando a mesma entrada elétrica é aplicada) *in situ*. O volume de ar preso dentro da cavidade frontal P120 pode ser substancialmente pequeno para também evitar auxílio com o provimento de um estímulo de grave durante operação.

[001842] O dispositivo de áudio P100 compreende adicionalmente pelo menos uma passagem de fluido P118 configurada para prover uma via de fluxo de gases restritiva a partir da primeira cavidade para outro volume de ar durante operação, para ajudar a amortecer ressonâncias de ar e/ou estímulo de base moderada. Por exemplo, o dispositivo P100 compreende uma primeira cavidade de ar frontal P120 contida dentro da parte de alojamento de dispositivo P103 e localizada em um lado do conjunto de diafragma que é configurada para localizar em ou adjacente a um canal auricular do usuário ou concha *in use*. O dispositivo P100 compreende adicionalmente uma segunda cavidade de ar traseira P121 contida dentro do dispositivo base P102 e localizada em um lado oposto do diafragma voltado para longe ou distal do canal auricular do usuário ou concha *in use*. A passagem de fluido P118 conecta de maneira fluida as cavidades de ar traseira e frontal P120 e P121, tal que o ar que é retido de maneira vedada de outro jeito dentro da cavidade P120 possa fluir de maneira limitada dentro de um volume externo, para assim, amortecer ressonâncias internas e/ou estímulo de grave moderado em uso. Não é essencial que um fluxo separado que restringe o elemento seja usado para a passagem prover uma via de fluxo de gases restritiva, e a passagem pode ser substancialmente aberta com nenhuma barreira de obstrução e ainda ser restritiva ao ter um tamanho, diâmetro ou largura reduzido. Como será explicada em detalhes adicionais abaixo, a passagem de fluido P118 é configurada para restringir fluxo de ar tanto ao ter um diâmetro ou largura reduzida na junção com a cavidade frontal P120 ou outra cavidade

adjacente, como ao incorporar de outra maneira um fluxo restringindo elemento (algumas vezes conhecido na técnica como elemento resistivo), ou ambos. Nessa modalidade, a passagem de fluido P118 compreende ambos.

[001843] De maneira alternativa, ou em adição, uma passagem de fluido P105 do dispositivo pode conectar de maneira fluida a cavidade de ar frontal P120 com um volume de ar que é externo ao dispositivo, por exemplo, com o meio externo, por meio de passagem de fluido P118 e a cavidade traseira P121. Essa passagem de fluido P105 é separada de qualquer passagem de vazamento que possa existir na prática, na periferia vedada substancialmente de outra maneira da ventilação de saída P109. Nessa modalidade, uma ventilação de ar ou abertura P105 é provida em uma extremidade oposta do alojamento para a cavidade frontal P120 (cavidade traseira adjacente P121) permitindo a passagem de ar a partir da cavidade frontal P120 para um volume de ar externo ao dispositivo P100 por meio de passagem de fluido P118 e cavidade traseira P121. A passagem de fluido P105 é configurada para restringir fluxo de ar tanto ao ter um diâmetro ou largura reduzida na junção com a cavidade frontal P120 ou outra cavidade adjacente P121, como ao incorporar de outra maneira um fluxo restringindo elemento, ou ambos. Nessa modalidade, a passagem de fluido P105 provê uma via de fluxo restritiva a partir da cavidade traseira P121 para o volume externo de ar.

[001844] Será apreciado que, em modalidades alternativas, qualquer número de uma ou mais passagens de fluido pode ser incorporado para prevenir contra vazamento de ar a partir da cavidade vedada de outra maneira P120. Nessa modalidade, ambas as passagens P118 e P105 são providas e trabalham de maneira coletiva para atingir isso. Em variações alternativas, no entanto, uma ou mais ventilações de ar podem estar localizadas em ou adjacentes à cavidade P120, por exemplo, (por exemplo, no mesmo lado do conjunto de diafragma como cavidade

P120) e levando a um volume de ar externo ao dispositivo, tal como o ambiente externo.

[001845] É geralmente mais simples fazer uma almofada auricular ou plugue auricular que veda de maneira consistente, através de formatos de ouvido e cabeça diferentes e posicionamentos diferentes do que é fazer uma almofada ou plugue que provê um grau consistente de vazamento de ar. Para esta razão, nessa modalidade de um dispositivo de áudio pessoal da presente invenção, a almofada de ouvido ou plugue auricular é projetada para vedar substancialmente, e os vazamentos de ar são introduzidos dentro do dispositivo para permitir amortecimento de ressonância. Os vazamentos são preferencialmente posicionados longe da interface entre o ouvido do usuário ou cabeça e o dispositivo de modo que características tais como localização e resistência, bem como qualquer reatância, são substancialmente independentes de variações em formato de ouvido e posicionamento de dispositivo.

[001846] Cada passagem de fluido permite que ar escape da primeira cavidade P120 adjacente ao ouvido do usuário ou cabeça durante operação sem passar entre a cabeça do usuário e o dispositivo de áudio, assim, afetando a vedação.

[001847] Cada passagem de fluido P118 ou P105 compreende preferencialmente um restritor de fluxo de fluido. O restritor de fluxo de fluido pode compreender, por exemplo, qualquer combinação: uma entrada ou admissão a partir da cavidade adjacente de tamanho, largura ou diâmetro reduzido; e/ou um fluxo de fluido restringindo elemento ou barreira na entrada ou dentro da passagem, tal como um material poroso e permeável. Por exemplo, a passagem de fluido pode ser uma passagem totalmente aberta com uma entrada de diâmetro ou largura reduzida. De maneira alternativa, ou em adição, a passagem de fluido pode compreender um fluxo de fluido restringindo elemento tal como uma barreira de espuma ou barreira de tecido de malha na entrada ou dentro da passagem para

submeter gases cruzando no entremeio a alguma resistência. A passagem de fluido pode compreender uma ou mais aberturas pequenas.

[001848] Preferencialmente, as passagens de fluido P118 e P105 são suficientemente não restritivas de modo que resultem em uma redução significativa em pressão de som dentro do canal auricular durante operação. Uma redução significativa em pressão de som, por exemplo, pode resultar em pelo menos 10%, ou mais preferencialmente pelo menos 25%, ou mais preferencialmente pelo menos 50% de redução em pressão de som durante operação do dispositivo ao longo de uma faixa de frequência de 20 Hz a 80 Hz. Essa redução de som é relativa a um dispositivo de áudio similar que não compreende quaisquer passagens de fluido, tal que haja vazamento insignificante na pressão de som gerada durante operação. A redução significativa em pressão de som é preferencialmente observada pelo menos 50% do tempo que o dispositivo de áudio é instalado em um dispositivo de medição padrão. Outras reduções em pressão de som também são contempladas, no entanto, e a invenção não é destinada a ser limitada a esses exemplos.

[001849] Nessa modalidade, a passagem de fluido P118 compreende um diâmetro reduzido na junção com a cavidade frontal P120 (e também com a cavidade traseira P121). O diâmetro é substancialmente uniforme ao longo do comprimento da passagem, mas será apreciado que o diâmetro pode ser variável em algumas alternativas. A passagem de fluido P118 também compreende um fluxo poroso e permeável restringindo elemento ou material P126, tal como uma malha ou tecido espumoso ou dentro da passagem para permitir o fluxo de gases, incluindo ar, através dessa passagem enquanto também restringindo a pressão ou taxa de fluxo no entremeio para, assim, reduzir quaisquer ressonâncias que podem ocorrer de outra forma dentro do sistema de cavidade de ar compreendendo o canal auricular, cavidade de ar P120, passagem de fluido P118, cavidade de ar P121 e passagem de fluido P105. O fluxo restringindo

material está localizado em uma entrada/admissão da passagem de fluido P118 nessa modalidade, mas será apreciado que ele possa estar localizado em uma saída e/ou dentro da passagem.

[001850] A passagem de fluido P105 também compreende um diâmetro reduzido na junção com a cavidade traseira P121. A passagem de fluido P105 também compreende um fluxo restringindo elemento na forma de uma malha ou material espumoso P123 configurado para permitir para permitir que o fluxo de gases, incluindo ar, através da passagem enquanto também restringindo a pressão ou taxa de fluxo de entremeio para, assim, reduzir quaisquer ressonâncias indesejadas que podem ocorrer de outra maneira dentro do sistema de cavidade de ar mencionado acima. O fluxo restringindo material está localizado em uma saída da passagem de fluido P105 nessa modalidade, mas será apreciado ele possa ser localizado em uma entrada/admissão e/ou dentro da passagem.

[001851] Cada passagem de fluido pode se estender em qualquer lugar dentro do dispositivo, tal como adjacente à periferia do conjunto de diafragma e/ou conjunto de transdutor de áudio ou mesmo através de uma abertura no conjunto de diafragma e/ou conjunto de transdutor de áudio.

[001852] Nessa modalidade, o controle de ressonâncias de ar é aprimorado por meio de amortecimento criado pelo vazamento de ar de passagem de fluido. Também, o controle de ressonância, bem como moderação de nível de graves pode ser feito relativamente consistente através de diferentes ouvintes/usuários e com diferentes posicionamentos de dispositivo.

[001853] Em algumas modalidades, o canal do dispositivo de áudio configurado para se localizar diretamente adjacente ou dentro do canal auricular do usuário e/ou concha pode compreender um gargalo ou conduíte alongado. Esse projeto também pode ser susceptível a ressonâncias de ar. Portanto, em algumas implementações, um amortecedor de som P127 e/ou restritor de fluxo está localizado dentro

desse conduíte para amortecer adicionalmente as ressonâncias internas durante operação.

[001854] Por exemplo, uma inserção de espuma P127 localizada no gargalo da ventilação P109 pode atingir amortecimento das ressonâncias envolvendo ar se movendo entre a cavidade P120 e o canal auricular. A espuma também pode afetar a resposta de frequência uma vez que a resistência afeta frequências altas e baixas de maneira diferente. Outros elementos porosos e permeáveis configurados para restringir fluxo de ar podem ser usados alternativamente para amortecer ressonâncias dentro do gargalo do dispositivo.

[001855] Fones de ouvido podem modificar as características de ressonância natural do ouvido e isso pode modificar potencialmente as características de frequência e/ou ressonância do canal auricular mais o sistema de concha, de modo que o cérebro não é mais calibrado para a resposta de frequência do sistema. Por exemplo, com referência à Figura P3, no caso de fones de ouvido em que (após a inserção do fone de ouvido) o canal auricular P301 se torna substancialmente vedado por um plugue auricular P101 (e o fone de ouvido P100) em localizações P305 na entrada do canal auricular, isso pode fazer com que a ressonância de canal auricular seja alterada de uma ressonância do tipo tubo de extremidade aberta para uma ressonância do tipo tubo fechado. Adicionalmente, as ressonâncias armazenam e liberam energia com um atraso, o que tende a resultar em obscurecimento do som. Por estas razões, pode ser vantajoso mitigar ressonâncias do ouvido/sistema de fone de ouvido, incluindo por meio de amortecimento de tais ressonâncias. Portanto, introduzir pelo menos uma passagem de fluido para o vazamento de ar a partir de uma cavidade localizada em um lado do conjunto de diafragma adjacente à região configurada para se montar ao ouvido do usuário, para outra cavidade de ar em um lado oposto do conjunto de diafragma e/ou a um volume de ar externo ao dispositivo, para amortecer ressonâncias, é

particularmente vantajoso na aplicação de fones de ouvido como nessa modalidade. Prover uma via de fluxo restritiva através dessa passagem ajuda a atingir amortecimento de ressonância e/ou moderação de estímulo de grave. No entanto, será apreciado que essas vantagens também podem ser observadas em uma aplicação de headphone, como será explicado em maiores detalhes na seção 5.2.2 abaixo, bem como em uma aplicação de auxílio de audição.

[001856] Portanto, nessa modalidade, as passagens de fluido P118 e P105 proveem vantagens incluindo: vazamento depois de passar o conjunto de diafragma e através da ventilação P105 amortece a (modificado a partir do estado natural) ressonância de canal auricular, e outros modos de ressonância do sistema de cavidade de ar compreendendo o canal auricular, cavidade de ar P120, passagem de fluido P118, cavidade de ar P121 e passagem de fluido P105; e a quantidade de vazamento, localização e qualquer reatância inerente são consistentes entre usuários mesmo que o grau de vedação contra o ouvido varie, uma vez que o vazamento depois que passa a vedação de ouvido é menor do que o vazamento dentro do dispositivo (ou seja, depois que passar o conjunto de diafragma e através das passagens, sem confiança em tolerâncias de alta fabricação e através de diferentes ouvintes).

[001857] Nessa modalidade, como descrito na seção anterior, o transdutor de áudio compreende um corpo de diafragma com uma periferia que é substancialmente livre de conexão física com o envoltório/invólucro P102. Isso facilita a realização de uma frequência de ressonância fundamental de diafragma inferior para extensão de graves baixos aprimorada, enquanto também reduzindo ressonância de alta frequência indesejada associada com um envoltório de alta excursão e alta complacência como é frequentemente exigido em aplicações de áudio pessoal.

[001858] Em fones de ouvido, com base em alto-falantes induzidos e dinâmicos convencionais, esse dilema é comumente resolvido pelo uso de múltiplos alto-falantes, no entanto, isso introduz distorção associada com redes de cruzamento, e isso pode aumentar a complexidade, custo e tamanho do dispositivo.

[001859] Uma frequência de ressonância de diafragma fundamental inferior, que, como descrito acima, pode ser facilitada quando a periferia de diafragma é pelo menos parcialmente livre de conexão física, pode levar a vários aprimoramentos para graves, incluindo, mas não limitado a um aumento no nível de graves, resposta de fase potencialmente aprimorada, linearidade aprimorada com relação a mudanças em volume e distorção harmônica reduzida. No entanto, o aprimoramento em resposta de grave pode ser observado de maneira diferente entre implementações, especialmente em um dispositivo de áudio pessoal em que fatores, tal como a geometria do envoltório, têm o potencial de afetar de maneira significativa a resposta. Com isso em mente, as passagens de fluido podem ser usadas para controlar, moderar ou fazer ajuste fino da resposta de graves do dispositivo quando uma configuração de transdutor de áudio que é projetada para aprimorar a resposta de graves é implementada.

[001860] O projeto de transdutor de áudio em que o diafragma é substancialmente (ou pelo menos parcialmente) livre de conexão física, em combinação com a pelo menos uma passagem de fluido para vazamento de ar, portanto, provê um dispositivo de áudio com armazenamento de energia reduzido (por exemplo, conforme medido em resposta provisória e gráficos de queda espectral cumulativa), uma vez que ressonâncias do alto-falante e sistema de cavidade de ar são tratados, e com características de resposta de frequência aprimorada ao longo de projetos convencionais.

[001861] Como previamente descrito, o transdutor de áudio P100 dessa modalidade compreende um conjunto de diafragma P110 que é suportado em alinhamento correto por ferrofluido relativo à estrutura de

base P102 na periferia do conjunto. A introdução de uma passagem de ar que está localizada em outro lugar além da periferia do conjunto de diafragma também tem vantagens, embora a invenção não seja destinada a ser limitada a tal modalidade. Na aplicação de fones de ouvido, tal como essa modalidade, pequenas variações em vazamentos de ar podem ter um grande efeito, parcialmente devido ao pequeno uso de cavidades de ar e também devido ao uso de transdutores muito pequenos que são compactos o suficiente para estarem localizados dentro da concha. Isso significa que pode ser difícil de manter tolerância e consistência de vazamentos de ar. Quando o conjunto de diafragma tem uma lacuna de ar em torno da periferia que cria uma passagem de vazamento de ar fluido entre a primeira cavidade P120 e outra cavidade ou o meio externo, a lacuna pode ser formada para ter inconsistências em tamanho ou formato devido às variações de fabricação, mudanças na montagem de diafragma ou movimento do diafragma em uso, que, como mencionado, pode afetar grandemente a operação do dispositivo. Tais inconsistências no tamanho da lacuna de ar podem levar a vazamento de ar inconsistente e/ou demasiado, por exemplo. Isso pode ser desvantajoso em algumas implementações de dispositivos de áudio pessoais, por exemplo, quando um transdutor compacto exigindo vedação suficiente a fim de aumentar a resposta de graves é exigido, mas significativamente afetado por tal uma lacuna de ar superdimensionada ou inconsistente. Suportar a periferia com ferrofluido ao invés de uma lacuna de ar pode mitigar tais inconsistências. Uma passagem de fluido de vazamento de ar customizada pode, em substituição, ser incorporada em uma localização diferente da periferia do conjunto de diafragma onde possa ser mais fácil controlar o tamanho da passagem de fluido, por exemplo. Como mostrado nessa modalidade, as passagens de fluido P118 e P105 são localizadas adjacentes ao conjunto de diafragma e mecanismo de excitação/transdução, mas não na periferia desses conjuntos. Em modalidades alternativas, uma passagem de fluido

pode ser provida através do interior do conjunto de diafragma. O tamanho de cada passagem de fluido, dessa maneira, pode ser customizado mais facilmente e configurado para atingir a resposta desejada.

Faixa de frequência de Operação

[001862] Preferencialmente, o dispositivo de áudio P100 tem uma FRO que inclui a banda de frequência de 160Hz a 6kHz, ou mais preferencialmente inclui a banda de frequência de 120Hz a 8kHz, ou mais preferencialmente inclui a banda de frequência de 100Hz a 10kHz, ou ainda mais preferencialmente inclui a banda de frequência de 80Hz a 12kHz, ou mais preferencialmente inclui a banda de frequência de 60Hz a 14kHz.

Algumas variações

[001863] O transdutor de áudio dessa modalidade é um transdutor de ação linear. No entanto, será apreciado que, em modalidades alternativas (como será descrito para a modalidade X, por exemplo), um transdutor de ação rotacional pode ser usado de maneira alternativa no dispositivo de áudio pessoal.

[001864] Será apreciado que o mecanismo de transdutor de áudio interno possa ser implementado de maneira alternativa em um dispositivo de headphone (como será descrito para modalidade Y, por exemplo) ou outro dispositivo de áudio pessoal, tal como um telefone móvel ou um auxiliar de audição, por exemplo.

[001865] O dispositivo de áudio P100 pode compreender transdutores múltiplos, como será explicado em detalhes adicionais abaixo, com referência a outras modalidades.

[001866] O conjunto de diafragma dessa modalidade pode ser suspenso em uma maneira diferente do ferrofluido em relação à estrutura de base de transdutor e envoltório, e separado por uma lacuna de ar (ao invés de ferrofluido) em regiões da periferia que não são conectadas à estrutura de base e/ou envoltório. Por exemplo, em modalidades

alternativas, a periferia de diafragma pode ser suportada por molas achatadas compactas ou por segmentos isolados de espuma.

5.2.2 Modalidade K – Headphone

[001867] Agora, com referência às figuras K1-K5, uma modalidade adicional de um dispositivo de áudio pessoal (aqui referido como o dispositivo de áudio de modalidade K) na forma de um aparelho de headphone K203 é mostrada compreendendo dispositivos de interface de headphone esquerda e direita K204 e K205 (doravante também referidos como os cascos de headphone K204 e K205) e uma faixa de cabeça de vínculo K206 (figura K2). Cada dispositivo de interface de headphone compreende um transdutor de áudio K100 (figura K1) montado dentro do alojamento de casco K204 (figuras K3 e K4). Embora essa modalidade mostre uma configuração de headphone, será apreciado que os vários aspectos de projeto do dispositivo de áudio possam ser incorporados de maneira alternativa em qualquer outro dispositivo de áudio pessoal, tal como um fone de ouvido ou um dispositivo de telefone móvel, por exemplo, Sem se afastar do escopo da invenção. Os aspectos do casco de headphone de lado esquerdo K204 serão descritos agora em detalhes adicionais. Será apreciado que o casco de headphone de lado direito K205 seja de configuração similar ou igual e, portanto, seus aspectos não serão descritos por motivos de concisão.

[001868] Com referência à figura K1, nessa modalidade, o transdutor de áudio é um transdutor de ação rotacional compreendendo um conjunto de diafragma K101 que é acoplado de maneira rotativa a uma estrutura de base de transdutor K118 por meio de um sistema de dobradiça configurado para rotacionar o diafragma em torno de um eixo de rotação associado K119 durante operação. O conjunto de diafragma preferencialmente compreende um corpo de diafragma K120 que é substancialmente espesso, por exemplo, onde uma espessura de corpo de diafragma máxima K127 é pelo menos 15% de um comprimento de corpo

de diafragma K126, ou pelo menos 20% do corpo comprimento K126. Na modalidade mostrada, por exemplo, a espessura de corpo de diafragma máxima K127 pode ser 5,7 mm que é 30% do comprimento de corpo de diafragma K126 de 19 mm. Essa espessura também pode ser pelo menos aproximadamente 11%, ou mais preferencialmente pelo menos aproximadamente 14% de uma dimensão maior, tal como o comprimento diagonal através do corpo de diafragma. Na modalidade mostrada, por exemplo, a espessura de corpo de diafragma máxima K127 pode ser 5,7 mm que é 21% do comprimento de corpo de diafragma K139 de 27,5 mm. Em modalidades alternativas, no entanto, o corpo de diafragma pode não ser substancialmente espesso. O transdutor compreende adicionalmente um mecanismo de excitação, tal como um mecanismo eletromagnético para converter som ao emitir um movimento substancialmente de rotação no corpo de diafragma em uso. Partes do mecanismo de excitação/transdução do transdutor de áudio que são conectadas ao corpo de diafragma associado são preferencialmente conectados de maneira rígida.

Conjunto de diafragma rígido

[001869] Nessa modalidade, a estrutura de diafragma tem uma geometria adequada para resistir ruptura acústica.

[001870] O conjunto de diafragma compreende uma estrutura de diafragma que é substancialmente rígida durante operação. A estrutura de diafragma é preferencialmente qualquer uma das estruturas de diafragma de configuração R1-R4 descrita sob a seção 2.2 desse relatório descritivo. Nessa modalidade, a estrutura de diafragma é similar em construção à estrutura de diafragma A1500 descrita em relação ao transdutor de áudio de modalidade A na seção 2.2 e compreende um corpo de diafragma K120 que é reforçado com reforço de estresse normal externo K111/K112 sobre ou adjacente às faces principais opostas K132 do corpo e reforço de estresse de cisalhamento interno K121 orientado substancialmente de maneira ortogonal em relação ao reforço de estresse normal. O reforço de

estresse externo compreende uma série de escoras longitudinais cujo um primeiro grupo K112 é orientado longitudinalmente ao longo da face principal associada K132, e um segundo grupo K111 é orientado em um ângulo relativo ao primeiro grupo e entre si para formar uma formação de escoras cruzadas. O reforço de estresse externo K111/K112 reduz em massa em regiões distais a partir de uma localização de centro de massa do conjunto de diafragma K101 (ao reduzir a largura ou espessura das escoras, por exemplo).

[001871] O corpo de diafragma K120 também reduz em massa em regiões distais a partir da localização de centro de massa (por afunilamento ao longo de seu comprimento para formar uma estrutura em formato de cunha). O corpo de diafragma K120 é substancialmente espesso, por exemplo, compreendendo uma espessura de corpo de diafragma máxima K127 de aproximadamente pelo menos 15% de um comprimento de corpo de diafragma K126 ou mais preferencialmente pelo menos 20% do comprimento. O comprimento de corpo de diafragma K126 pode ser definido por uma distância total a partir do eixo de rotação K119 a uma periferia mais distal da estrutura de diafragma, em uma direção substancialmente perpendicular à dimensão de espessura (ou, por exemplo, ao longo de uma direção perpendicular ao eixo de rotação K119). As abas de conexão angulares K122 se localizam em uma extremidade de base do corpo de diafragma K120 para permitir que a base de diafragma se conecte de maneira rígida para outros componentes do conjunto de diafragma K101. Será apreciado que qualquer outra estrutura de diafragma construída em conformidade com a configuração R1-R4 como definido sob a seção 2.2 da descrição pode ser empregada de maneira alternativa nessa modalidade.

[001872] O conjunto de diafragma K101 compreende adicionalmente uma armação de base de diafragma K107 que conecta de maneira rígida à base da estrutura de diafragma, a parte do conjunto de

dobradiça e ao componente de transferência de força do mecanismo de excitação para mover o diafragma em uso. Como mostrado nas figuras K1l e K1n, a armação de base de diafragma K107 compreende uma primeira placa vertical K107a e uma segunda placa angulada K107b, que são substancialmente planas e anguladas em relação uma a outra para corresponder ao ângulo relativo entre uma das faces principais K132 do corpo de diafragma e a face de base do corpo de diafragma. Estas primeira e segunda placas são acopladas de maneira rígida ao corpo de diafragma na face de base e a face principal mencionada anteriormente K132, respectivamente. A segunda placa angulada K107b configurada para acoplar a face principal K132 também compreende um par de aberturas espaçadas K107e (como mostrado nas figuras K1g, n e m) que é configurada para se alinhar com os membros de contato K138 se estendendo para formar o bloco de base K105 da estrutura de base de transdutor e também com os recessos K120a formados na extremidade de base do corpo de diafragma. Dessa maneira, no estado montado do transdutor de áudio, os membros de contato K138 se estendem através das aberturas correspondentes da armação de base K107 e também dentro dos recessos K120a do corpo de diafragma K120.

[001873] A armação de base de diafragma K107 compreende adicionalmente uma terceira placa arqueada K107c que se estende a partir da primeira placa substancialmente vertical K107a e que se conecta a uma quarta placa angulada e substancialmente plana K107d da armação de base que se estende em uma direção oposta à segunda placa K107b. Uma placa arqueada K107c é configurada para acoplar um componente de transferência de força, tal como as bobinas K130 no estado montado. As bobinas K130 acoplam de maneira rígida uma face externa da placa arqueada K107c. O arco da placa é configurado para corresponder ao arco de uma lacuna de campo magnético K140a e K140b do mecanismo de transdução formado pela estrutura de base de transdutor. Uma ou mais

placas arqueadas K136 podem ser inseridas dentro da cavidade de armação de base de diafragma formada pela primeira, terceira e quarta placas da armação K107. Preferencialmente, as três placas são retidas nessa cavidade, formando duas cavidades internas K107e dentro das quais os polos internos K113 do mecanismo de transdução se estendem para cooperar operativamente com as bobinas K130.

[001874] Como mostrado nas figuras K1l e K1m, no estado montado, a segunda K107b placa da armação de base K107 se estende ligeiramente depois de passar a face principal associada do corpo de diafragma/estrutura. Isso provê uma borda contra a qual um conector longitudinal K117 se conecta rigidamente. O conector K117 também conecta de maneira rígida uma face correspondente do corpo de diafragma na extremidade de base. O conector compreende recessos que se alinham com as aberturas K107e da segunda placa K107b da armação de base K107. Um lado oposto do conector (ao que é conectado ao corpo de diafragma) compreende uma superfície curvada de maneira substancialmente côncava (pelo menos em seção transversal) em uma região central do conector ao longo de seu comprimento. A superfície curvada de maneira côncava é configurada para receber e acomodar um pino de contato de um mecanismo tensionador de sistema de dobradiça (que é descrita em detalhes adicionais abaixo). Se estendendo a partir da parte do conector que acopla a segunda placa K107b da armação de base K107 está uma parte angulada configurada para acoplar de maneira rígida a quarta placa K107d da armação de base de diafragma K107. Dessa maneira, o conector K117 é acoplado de maneira rígida ao longo de seu comprimento à armação de base K107. Essa parte também compreende uma superfície curvada de maneira substancialmente côncava (pelo menos em seção cruzada) que se estende ao longo de uma porção substancial do comprimento do conector K117 e que é configurada para entrar em contato e se acoplar de maneira rígida a um elemento de dobradiça K108 do

sistema de dobradiça (descrito em detalhes adicionalmente abaixo). O elemento de dobradiça K108 compreende uma superfície curvada substancialmente convexa (pelo menos em seção cruzada) pelo menos em seções do elemento de dobradiça K108 que se estende através dos recessos do conector para engatar nos blocos de contato K138 do sistema de dobradiça bem como explicado em detalhes adicionais abaixo.

[001875] Dessa maneira, em um estado montado, a estrutura de diafragma de base é rigidamente acoplada à armação de base K107 e ao conector K117. Por sua vez, a armação de base também é rigidamente e fixamente acoplada às bobinas K130 do mecanismo de transdução. O conector K117 é acoplado de maneira fixa ao elemento de dobradiça K108 e ao pino de contato K109 do conjunto de dobradiça. Esses componentes em combinação formam o conjunto de diafragma K101.

[001876] Com referência às figuras K1f, K1j e K1k, a armação de base K107, o elemento de dobradiça K108 e o conector K117 preferencialmente se estendem através de toda a largura da estrutura de diafragma através da face de base da estrutura. Ambas as extremidades desses componentes são preferencialmente acopladas ao bloco de lado de estrutura de base de transdutor K115 por meio de um membro de conexão substancialmente resiliente K125 e arruela ou disco espaçador K135. Cada bloco de lado K115 pode ser substancialmente rígido, por exemplo, formado a partir de um material plástico substancialmente rígido ou similar. O membro de conexão K125 e/ou arruela K135 acoplou de maneira rígida a uma parede interna de um bloco de lado associado K115. Esse arranjo posiciona de maneira complacente o conjunto de armação de base de diafragma (incluindo conector K117 e o elemento de dobradiça K118) ao componente de base K105 da estrutura de base de transdutor. Esse mecanismo está contribuindo com o conjunto de dobradiça geral. Os dois membros de conexão K125 proveem uma força de restauração ao conjunto de diafragma que:

1) contribui para posicionar o diafragma em uma posição de acomodação ou neutra, e como tal é um fator de determinação significativo da frequência fundamental final de transdutor W_n ; e

2) contribui para posicionar o elemento de dobradiça K108 em relação ao membro de contato K138, de modo que no caso raro de uma batida ou pancada ou outra força externa exibida, as partes se realinham em uma posição neutra em que partes do conjunto de diafragma não entram em contato e friccionam contra as partes de envoltório.

[001877] Como tal, esse mecanismo, além de contribuir com o conjunto de dobradiça geral, também age como um mecanismo de restauração de diafragma.

Periferia livre

[001878] A estrutura de diafragma compreende uma periferia externa que é livre de conexão física com uma estrutura circundante, tal como o envoltório K301. Uma periferia livre em relação a uma estrutura de diafragma é descrita em detalhes na seção 2.3 dessa especificação que também se aplica a essa modalidade. Para fins de concisão, a periferia de estrutura de diafragma pode ser pelo menos parcialmente livre de conexão física com um envoltório, por exemplo, ao longo de pelo menos 20 por cento da periferia em algumas modalidades. Nessa modalidade, a estrutura de diafragma é aproximadamente inteiramente livre de conexão física (longe das articulações de dobradiça) com uma estrutura circundante incluindo o envoltório e a estrutura de base de transdutor. As porções livres desconectadas da periferia da estrutura de diafragma são separadas do envoltório por lacunas de ar relativamente pequenas K321 e K320. Será apreciado que a periferia pode ser substancialmente livre de outra maneira da conexão física, ao longo de pelo menos 50% ou pelo menos 80% do comprimento ou perímetro da periferia externa, por exemplo.

[001879] Preferencialmente, a largura das lacunas de ar K321 e K320 definida pela distância entre a periferia externa do corpo de diafragma

e o alojamento/envoltório K301 é menor do que $1/10$, e mais preferencialmente menor do que $1/20$ de um comprimento de corpo de diafragma K126. Por exemplo, uma largura de cada lacuna de ar definida pela distância entre a periferia externa do corpo de diafragma e o envoltório é menor do que 1,5 mm, ou mais preferencialmente é menor do que 1 mm, ou mesmo mais preferencialmente é menor do que 0,5 mm. Esses valores são exemplares e outros valores fora dessa faixa também podem ser adequados.

Sistema de dobradiça

[001880] Transdutores de áudio de ação rotacional podem ser bem adequados para dispositivos de áudio pessoais, uma vez que o transdutor de ação rotacional tem o potencial de satisfazer exigências de largura de banda de frequência alta estendida, bem como graves estendidos por meio de excursão de diafragma alta e frequência de ressonância de diafragma fundamental baixa.

[001881] Nessa modalidade, a combinação de um transdutor de áudio de ação rotacional com um projeto de interface de dispositivo de áudio que veda completamente ou pelo menos parcialmente um volume de ar entre o ouvido e conjunto de diafragma, o desempenho é aumentado uma vez que a vedação ajuda a facilitar a extensão de graves aumentada, que reduz a exigência por capacidade de excursão de volume de transdutor de áudio e torna mais fácil atingir reprodução de agudos de qualidade aprimorada.

[001882] Suspensão de diafragmas do tipo dobradiça ajuda a eliminar ou pelo menos aliviar modos de ressonância de baixa frequência.

[001883] O sistema de dobradiça é um sistema de dobradiça de contato construído em conformidade com os princípios de projeto e considerações descritas na seção 3.2.1 desse relatório descritivo. Será apreciado, portanto, que em uma modalidade alternativa, esse sistema de dobradiça pode ser substituído por qualquer mecanismo alternativo

projetado em conformidade com os princípios descritos nessa seção, tal como o descrito na seção 3.2.2 em relação ao transdutor de áudio de modalidade A, por exemplo. Por exemplo, pelo menos um transdutor de áudio pode compreender um sistema de dobradiça, incluindo um conjunto de dobradiça com uma ou mais articulações de dobradiça, cada articulação de dobradiça compreendendo um elemento de dobradiça e um membro de contato, o membro de contato provendo uma superfície de contato, e quando em uso, a articulação de dobradiça é configurada para permitir o elemento de dobradiça se mova em relação ao membro de contato, enquanto mantendo um contato físico consistente com a superfície de contato. Por exemplo, a dobradiça poderia ser similar àquela descrita para o transdutor de áudio de modalidade A A100 ou a dobradiça do transdutor de áudio de modalidade E. Além disso, em ainda outra configuração alternativa, o conjunto de dobradiça pode ser substituído por um conjunto de dobradiça flexível, como descrito sob a seção 3.3 desse relatório descritivo, tal como as montagens de dobradiça dos transdutores de áudio de modalidade B e D ou nas configurações descritas com referência às Figuras C1 a C13, por exemplo, compreendendo um ou mais (preferencialmente, com paredes espessas) elementos flexíveis que suportam de maneira operativa o diafragma em uso. O sistema de dobradiças provê simultaneamente modos de ressonância baixa fundamental de diafragma, baixa complacência contra translações puras para reduzir modos de ressonância de diafragma de frequência alta e excursão de diafragma alta, que são todas exigências de aplicações de áudio pessoal.

[001884] Uma descrição completa do sistema de dobradiça associado com essa modalidade é provida na seção 3.2.5 dessa especificação. A seguir, está um breve panorama do sistema de dobradiça do transdutor de modalidade K. Com referência às figuras K1g-K1n, nessa modalidade, o sistema de dobradiça compreende um conjunto de dobradiça

com um par de articulações de dobradiça em ambos os lados do conjunto. Cada articulação de dobradiça compreende um membro de contato que provê uma superfície de contato e um elemento de dobradiça configurado para estar ao lado e rolar contra a superfície de contato. Cada articulação de dobradiça é configurada para permitir que o elemento de dobradiça se mova em relação ao membro de contato, enquanto mantendo um contato físico consistente com a superfície de contato, e o elemento de dobradiça é tensionada em direção à superfície de contato.

[001885] Um elemento de dobradiça, na forma de uma haste tensionadora K108 é acoplado de maneira rígida na armação de base de diafragma K107. Em um lado oposto, a haste tensionadora K108 é acoplada de maneira rotativa ou pivotante a um membro de contato K138. Como mostrado na figura K1i, cada membro de contato compreende uma superfície de contato curvada de maneira côncava K137 para permitir que o lado livre da haste K108 role contra ele. A superfície côncava K137 compreende um raio de curvatura maior do que aquele da haste K108. Um par de membros de contato K138 se estende a partir de ambos os lados do componente de base K105 para acoplar de maneira rotativa ou pivotante com ambas as extremidades da haste K108, assim, formando duas articulações de dobradiça separadas. As articulações de dobradiça de contato são preferencialmente associadas de maneira próxima tanto com a estrutura de diafragma como com a estrutura de base de transdutor.

[001886] Com referência às figuras K1l-K1m, a haste tensionadora K108 é mantida de maneira resiliente e/ou complacente no lugar contra a superfície de contato K137 dos blocos de base K138 por um mecanismo tensionador do sistema de dobradiça. O mecanismo tensionador inclui um membro substancialmente resiliente K110 na forma de uma mola de compressão, e um pino de contato K109. A mola K110 é acoplada de maneira rígida à estrutura de base K105 em uma extremidade e engata o pino de contato K109 na extremidade oposta em uma localização de

contato K116. A mola de contato resiliente K110 é tensionada em direção ao pino de contato K109 e é mantida pelo menos ligeiramente em compressão *in situ*. Esse arranjo empurra de maneira complacente a estrutura de diafragma de base, incluindo a armação de base K107, o conector K117 e a haste tensionadora K108 contra os blocos de base de contato K138 das articulações de dobradiça. O grau de complacência e/ou resiliência é como é descrito sob a seção 3.2.2 dessa especificação.

Estrutura de base de transdutor e Mecanismo de transdução

[001887] Preferencialmente, a estrutura de diafragma é fixada de maneira rígida ao componente de transferência de força K106, ao contrário do que se fosse afixado de forma complacente, ou se fosse afixado por meio de outro componente particularmente se a geometria do outro componente for estreita. O componente de transferência de força é preferencialmente de um tipo que permanece substancialmente rígido em uso, uma vez que ajuda a minimizar a ressonância.

[001888] Motores de tipo eletrodinâmico são preferenciais devido ao seu comportamento ligeiramente linear ao longo de uma ampla faixa de excursão de diafragma. O mecanismo de excitação pode compreender um componente de transferência de força na forma de um componente eletricamente condutor, preferencialmente uma bobina K106, que recebe uma corrente elétrica representando um sinal de áudio. Preferencialmente, o componente eletricamente condutor está localizado em um campo magnético, que preferencialmente é provido por um ímã permanente.

[001889] Nessa modalidade, a estrutura de base de transdutor K118 compreende uma geometria substancialmente espessa e compacta e inclui o conjunto de ímã do mecanismo de excitação eletromagnético. A estrutura de base compreende um componente de base K105, um ímã permanente K102, peças polares externas K103 e K104 acopladas ao ímã K102 espaçadas a partir de peças polares internas opostas K113 localizadas dentro da cavidade da armação de base de diafragma K107 do

conjunto de diafragma. As peças polares internas e externas opostas têm superfícies opostas que criam um canal substancialmente curvado e arqueado no entremeio. Uma placa arqueada da armação de base de diafragma compreende uma superfície que corresponde em formato a esse canal de campo magnético arqueado. Um ou mais enrolamentos de bobina K106 é/são acoplado(s) à armação de base de diafragma placa arqueada e se estende(m) dentro do canal *in situ*. Preferencialmente, em uma posição neutral, as bobinas são alinhadas com a localização dos polos internos e externos correspondentes para aumentar a cooperação entre esses componentes. Durante operação, cada enrolamento de bobina K106 e parte da armação de base K107 corresponde um com o outro dentro desse canal, na medida em que o restante do conjunto de diafragma oscila e gira em torno do eixo de rotação K119.

Alojamento

[001890] Com referência à figura K3, o transdutor de áudio é mostrado alojado dentro de um envoltório K301. O envoltório K301 é abrangido por uma tampa externa K302. Essas duas partes formam o alojamento K204 para o transdutor. O envoltório e a tampa externa podem ser acoplados de maneira fixa ou rígida entre si por meio de qualquer método adequado, por exemplo, por meio de um engate de encaixe de trava, adesivo ou fixadores K316. O envoltório K301 inclui uma tampa interna K303 que se estende proximal a e sobre a parte do transdutor de áudio para ajudar a prover montagem e desacoplamento do transdutor a partir do envoltório K301 (e alojamento K204). A tampa interna K303 pode ser integralmente formada com o envoltório K301 ou formada separadamente de outra maneira e acoplada fixamente e rigidamente ao envoltório K301 por meio de qualquer método adequado, por exemplo, por meio de um engate de encaixe de trava, adesivo ou fixadores K317. O envoltório compreende uma cavidade para manter o transdutor nele e é aberto em ambos os lados da cavidade. Em um lado, a abertura forma uma

abertura de saída K325 através da qual o som se propaga a partir do conjunto de transdutor durante operação. Com referência à figura K4, a abertura de saída é configurada para se localizar em ou adjacente ao ouvido do usuário K410 quando o dispositivo está em uso. Uma almofada de ouvido macia K309 se estende em torno da periferia do envoltório K301 em um lado oposto à tampa externa K302 e em torno da abertura de saída K325. A almofada de ouvido macia K309 compreende um interior complacente K310 que pode ser formada a partir de qualquer material adequado bem conhecido na técnica, tal como um material de espuma que é confortável ao usuário. O interior K310 pode ser revestido com uma camada externa de tecido não respirável K311 e também uma camada interna de malha ou de tecido respirável K312. Também, um tecido de malha aberta K318 pode se estender ao longo da abertura de saída K325.

[001891] Nessa modalidade, o dispositivo de áudio é configurado para aplicar pressão à cabeça humana K408 e para realizar vedação substancialmente em localizações K409 situadas além da parte externa do ouvido K410, como é típico em headphone circumaural. Ele também pode aplicar pressão a uma ou mais outras partes da cabeça K408 e ao ouvido K410. Outras configurações de almofada, tal como, mas não limitada a uma configuração supra-aural também são possíveis. A almofada de ouvido macia K309 preferencialmente gera uma vedação substancial em torno do ouvido do usuário para, assim, substancialmente vedar um volume de ar dentro do dispositivo a partir de um volume de ar K414 externo ao dispositivo *in situ*. A almofada de ouvido K309 é configurada para prover uma vedação suficiente entre um volume de ar dentro de uma cavidade frontal K406 dentro do dispositivo, localizada em ou adjacente ao ouvido do usuário K410 em uso, e um volume de ar externo para o dispositivo K414 (tal como a atmosfera circundante). A geometria e/ou material usado para o interior de almofada K310 e tecido externo K311 pode afetar a suficiência da vedação K409, por exemplo.

[001892] Uma vedação substancial é uma que é configurada para aumentar a pressão de som em pelo menos frequências de graves baixas (ou seja, proveem um estímulo de grave) durante operação, por exemplo. Por exemplo, a almofada de ouvido pode ser configurada para vedação substancial contra o ouvido/cabeça do usuário *in situ* para aumentar a pressão de som gerada dentro do ouvido (em, pelo menos, frequências de graves baixas) durante operação. Em alguma implementação, a pressão de som, por exemplo, pode aumentar por uma média de pelo menos 2dB, ou mais preferencialmente pelo menos 4dB, ou mais preferencialmente pelo menos 6dB, em relação à pressão de som gerada quando o dispositivo de áudio não está criando uma vedação suficiente *in situ*. O volume de ar abrangido dentro da cavidade frontal K406 pode ser substancialmente pequeno para também auxiliar com o provimento de um estímulo de grave durante operação.

[001893] Como mencionado, o dispositivo dessa modalidade provê um estímulo de grave por vedação substancial de ar em torno do ouvido a partir do envoltório de ar cercando o dispositivo. Em algumas variações, a almofada de ouvido K309 consiste em um interior poroso comprimível K310 feito de um material, tal como uma espuma, por exemplo, uma espuma de célula aberta, tal como espuma de poliuretano de baixa resiliência ou espuma de poliéter, que é coberta por um tecido externo K311 que é substancialmente não poroso e está localizado em uma periferia exterior da almofada K301 (por exemplo, voltada para fora e partes das quais são configuradas para entrar em contato com a cabeça/ouvido do usuário em uso). Partes internas da almofada de ouvido K309 que está voltada para o interior do dispositivo são ambas deixadas descobertas ou ainda são cobertas em um tecido interno K312 que é poroso, tal que ondas sonoras cercando o ouvido são capazes de se propagar dentro da espuma porosa, onde sua energia pode ser dissipada para ajudara a controlar ressonâncias de ar internas.

[001894] Isso também significa que cavidade de ar K406 é conectada e, assim, estendida para compreender o volume do interior de almofada de ouvido poroso K310. Isso pode resultar em benefícios adicionais, incluindo um aprimoramento em atenuação passiva de ruído ambiente por conta de pressão de som que se move a partir do ar circundante K414 para cavidade de ar K406, por exemplo, por meio de vazamentos entre a almofada de ouvido K309 e uma cabeça da pessoa que o veste K408 ou ainda por meio de passagens de ar K320, 321, 322 e 324, demorará mais para preencher um volume de ar maior K406 que é conectado ao volume K310.

[001895] Essa variação trata ressonâncias mecânicas indesejadas do transdutor, especialmente do diafragma e do envoltório, e provê excursão de diafragma aprimorada e frequência de ressonância de diafragma fundamental, enquanto simultaneamente tratando ressonâncias de ar internas por meio de amortecimento. Ressonâncias internas de ar podem ser tratadas na cavidade frontal K406, na cavidade traseira K405, e em qualquer outra cavidade contida dentro ou pelo dispositivo e/ou a cabeça do usuário.

[001896] Preferencialmente, a interface/almofada de ouvido complacente K309 compreende um tecido permeável K318 cobrindo a abertura de saída K325. Tecido aveludado de algodão respirável ou malha de poliéster são exemplos de materiais adequados.

[001897] A tampa externa K302 é preferencialmente acoplada de maneira pivotante a uma respectiva extremidade da faixa de cabeça K206. Por exemplo, a tampa externa K302 pode compreender um parafuso de giro K308 que é acoplado e maneira rotativa a uma porca de giro K401 da respectiva extremidade da faixa de cabeça K206. Isso permite que a posição de faixa de cabeça seja ajustada pelo usuário para conforto. Qualquer mecanismo de dobradiça adequado pode ser usado.

Alternativamente, a faixa de cabeça pode ser fixamente acoplada à faixa de cabeça.

Sistema de montagem de desacoplamento

[001898] Nessa modalidade, o transdutor de áudio é montado dentro do envoltório K301 por meio de um sistema de montagem de desacoplamento. O sistema de montagem de desacoplamento pode ser qualquer um dos sistemas de montagem de desacoplamento descritos na seção 4 desse relatório descritivo. Por exemplo, o sistema de montagem de desacoplamento pode ser qualquer um dos sistemas descritos na seção 4.2 desse relatório descritivo ou pode ser outro sistema de montagem de desacoplamento projetado em conformidade com os princípios de projeto e considerações definidas na seção 4.3 desse relatório descritivo. Nessa modalidade, um sistema de montagem de desacoplamento similar àquele descrito na seção 4.2.1 desse relatório descritivo em relação ao transdutor de áudio de modalidade A é usado. O sistema de montagem de desacoplamento é configurado para montar de maneira complacente a estrutura de base de transdutor de áudio K118 para o envoltório K301 tal que os componentes sejam capazes de se mover em relação um ao outro ao longo de pelo menos um eixo translacional, mas preferencialmente ao longo de três eixos translacionais ortogonais durante operação do transdutor associado. Alternativamente, mas mais preferencialmente em adição a esse movimento de translação relativa, o sistema de desacoplamento monta de maneira complacente os dois componentes, tal que eles sejam capazes de girar em relação um ao outro em torno de pelo menos um eixo rotacional, mas preferencialmente em torno de três eixos rotacionais ortogonais durante operação do transdutor associado. Dessa maneira, o sistema de montagem de desacoplamento pelo menos alivia parcialmente a transmissão mecânica de vibração entre o diafragma e o envoltório K301, a tampa interna K303 e a tampa externa K302.

[001899] Como mostrado nas figuras K3d-f, o sistema de montagem compreende um par de pinos de desacoplamento K133 que se estende lateralmente a partir de ambos os lados da estrutura de base de transdutor. Os pinos de desacoplamento K133 estão localizados tal que seus eixos longitudinais substancialmente coincidem com uma localização de um eixo de nó do conjunto de transdutor. Um eixo de nó é o eixo em torno do qual a estrutura de base de transdutor rotaciona devido a forças de reação e/ou ressonância exibidas durante oscilação de diafragma e descritas em mais detalhes na seção 4 desse relatório descritivo. Nessa modalidade o eixo de nó está localizado em ou proximal ao componente de base K105. Os pinos de desacoplamento K133 se estendem substancialmente ortogonais a um eixo longitudinal do conjunto de transdutor a partir dos lados entre a face principal superior e a inferior da estrutura de base K118, e são acopladas de maneira rígida e/ou integral com a estrutura de base K118. Uma bucha K304 é montada em torno de cada pino K133. Uma arruela também pode ser acoplada entre a bucha e o lado associado da estrutura de base de transdutor em algumas configurações. As buchas e arruelas são referidas aqui como “montagens de eixo de nó”. As montagens de eixo de nó são configuradas para acoplar lados internos correspondentes do envoltório K301 por meio de qualquer método adequado, tal que o um descrito na seção 4.2.1 ou por meio de adesivo, por exemplo.

[001900] O sistema de montagem de desacoplamento compreende adicionalmente uma ou mais almofadas de desacoplamento K305 e K306 localizadas em faces opostas da estrutura de base de transdutor K118. As almofadas K305 e K306 proveem uma interface entre a face de estrutura de base associada e uma face/parede interna correspondente do envoltório K301 (incluindo tampa interna K303), para ajudar a desacoplar os componentes. As almofadas de desacoplamento são preferencialmente localizadas em uma região da estrutura de base de

transdutor que é distal da localização de eixo de nó. Por exemplo, elas estão localizadas em ou adjacentes a uma borda, lado ou extremidade da estrutura de base K118 que é distal a partir do conjunto de diafragma K101 nessa modalidade na medida em que o eixo de nó está localizado próximo ao eixo de rotação de diafragma. Cada almofada é preferencialmente longitudinal em formato. Na forma preferencial, cada almofada K305, K306 compreende um corpo em formato de pirâmide com uma largura se afunilando ao longo da profundidade do corpo. Preferencialmente, o ápice da pirâmide está acoplado à face associada da estrutura de base de transdutor K118 e a base oposta da pirâmide está configurada para acoplar a face associada do envoltório de transdutor *in situ*. Essa operação pode ser revertida em algumas implementações, no entanto. Será apreciado que em modalidades alternativas, o sistema de montagem de desacoplamento possa compreender múltiplas almofadas distribuídas em torno de uma ou mais faces da estrutura de base de transdutor. Tais montagens são referidas nesse documento como “montagens distais”.

[001901] As montagens de eixo de nó e as montagens distais são suficientemente complacentes em termos de movimento relativo entre os dois componentes aos quais eles são conectados. Por exemplo, as montagens de eixo de nó e as montagens distais podem ser suficientemente flexíveis para permitir movimento relativo entre os dois componentes aos quais são conectados. Eles podem compreender membros resilientes ou flexíveis ou materiais para atingir complacência. As montagens preferencialmente compreendem um módulo de Young baixo em relação a pelo menos um, mas preferencialmente ambos os componentes aos quais eles são conectados (por exemplo, em relação à estrutura de base de transdutor e alojamento do dispositivo de áudio). As montagens também são preferencialmente suficientemente amortecidas. Por exemplo, as montagens de eixo de nó podem ser feitas de um material plástico substancialmente flexível, tal como uma borracha de silicone, e as

almofadas podem ser possivelmente feitas de um material substancialmente flexível, tal como borracha de silicone. As almofadas são preferencialmente formadas de um material de absorção de impacto e vibração, tal como uma borracha de silicone ou mais preferencialmente um polímero de uretano viscoelástico, por exemplo. Alternativamente, as montagens de eixo de nó e/ou as montagens distais podem ser formadas a partir de um membro flexível e/ou resiliente, tal como molas de desacoplamento de metal. Outros membros substancialmente complacentes, elementos ou mecanismos, tal como levitação magnética que compreende um grau suficiente de complacência ao movimento, para suspender o transdutor também pode ser usado em configurações alternativas.

[001902] Nessa modalidade, o sistema de desacoplamento nas montagens de eixo de nó tem uma complacência baixa (ou seja, é mais firme ou forma uma conexão mais firme entre partes associadas) relativa ao sistema de desacoplamento nas montagens distais. Isso pode ser atingido através do uso de materiais diferentes, e/ou no caso dessa modalidade, isso é atingido ao alterar as geometrias (tal como o formato, a forma e/ou o perfil) das montagens de eixo de nó relativas às montagens distais. Essa diferença em geometria significa que as montagens de eixo de nó compreendem uma área de superfície de contato maior com a estrutura de base e envoltório relativa às montagens distais, assim, reduzindo a complacência da conexão entre essas partes.

[001903] Um espaço/lacuna substancialmente uniforme e afunilado K322 é formado entre a estrutura de base de transdutor K118 e o envoltório/tampa interna K301/K303 quando o transdutor está montado dentro do envoltório. Em algumas modalidades, a lacuna pode não ser uniforme. Essa lacuna afunilada K322 pode se estender em torno de pelo menos uma porção substancial do perímetro (e preferencialmente o total perímetro) da estrutura de base K118. Uma largura de cada lacuna de ar

definida pela distância entre a periferia externa da estrutura de base de transdutor K118 e o envoltório/tampa interna K301/K303 é menor do que 1,5mm, ou mais preferencialmente é menor do que 1 mm, ou mesmo mais preferencialmente é menor do que 0,5mm. Esses valores são exemplares e outros valores fora dessa faixa também podem ser adequados.

[001904] Uma espaço/lacuna afunilada K321 existe entre uma porção de todo o perímetro do conjunto de diafragma K101 e o envoltório K301.

[001905] O dispositivo de áudio compreende adicionalmente batentes de excursão de diafragma K323 que também são conectados ao envoltório K301 ou tampa interna K303. Pode haver uma ou mais de tais batentes. *In situ*, pode haver um ou mais (nesse exemplo, três) batentes K323 que se estende longitudinalmente e substancialmente uniformemente espaçados ao longo de cada face em uma região proximal à estrutura de diafragma do conjunto K301. Esses batentes K323 têm uma superfície angulada que é posicionada para entrar em contato com o diafragma no caso de qualquer evento incomum, tal como se o dispositivo fosse derrubado ou se um sinal de áudio muito alto for apresentado, que pode causar superexcursão do diafragma. A superfície angulada é configurada para localizar adjacente ao corpo de diafragma *in situ*, para corresponder ao ângulo do corpo de diafragma se o diafragma for forçado a rotacionar inadvertidamente para esse ponto. Os batentes K323 são feitos a partir de um material substancialmente macio, tal como uma espuma de poliestireno expandido, para evitar dano ao diafragma. O material é preferencialmente relativamente mais macio do que aquele do corpo de diafragma, por exemplo, (por exemplo, pode ser de uma densidade relativamente mais leve do que o poliestireno do corpo de diafragma) para aliviar danos. Os batentes K323 têm uma área de superfície grande de modo a desacelerar efetivamente o diafragma, mas não tão grande que bloqueie muito o fluxo de ar e/ou crie cavidades de ar preso que são propensas a ressonância.

Passagens de fluido de vazamento de ar

[001906] Cada casco de headphone K204 também pode compreender qualquer forma de passagem de fluido configurada para prover uma via de fluxo de gases restritiva a partir da primeira cavidade para outro volume de ar durante operação, para ajudar a amortecer ressonâncias e/ou estímulo de base moderada. Por exemplo, com referência às figuras K3d, K3e e K4a, esse dispositivo compreende pelo menos uma passagem de fluido que conecta de maneira fluída uma primeira cavidade de ar frontal K406 configurada para se localizar adjacente a um ouvido do usuário *in situ*, com uma segunda cavidade de ar traseira K405 configurada para se localizar distal a partir do ouvido do usuário *in situ* ou com um volume de ar K414 que é externo ao dispositivo. A cavidade de ar frontal K406 pode compreender duas cavidades K406a e K406b em ambos os lados de abertura de saída/malha em grelha K318/K325. Nessa modalidade, o dispositivo compreende passagens de fluido K320, K321 e K322 que conectam de maneira fluída a cavidade de ar frontal K406 em um lado do conjunto de diafragma que é configurado para localizar adjacente e/ou voltado para a abertura de saída K325 do envoltório K301 com a cavidade traseira K405 em um lado oposto do conjunto de diafragma voltado para longe e/ou localizado distal a partir da abertura de saída K325 do envoltório K301. A tampa externa de envoltório K302 tem dois orifícios pequenos que criam passagens de ar K324 a partir da cavidade traseira K405 para o ar externo K414. Essas passagens de ar, em combinação com as passagens de fluido K320/K321/K322, conectam de maneira fluída as cavidades de ar frontais, traseiras e externas K406, K405 e K414 tal que o ar seja retido de maneira verdadeira de outra maneira dentro da cavidade frontal K406 pode fluir de maneira restritiva dentro da cavidade traseira K406 e também a partir da cavidade traseira a um volume externo de ar K414 para, assim, amortecer ressonâncias internas de ar e/ou estímulo de grave moderado em uso. Não é essencial que um fluxo restringindo

elemento separado é usado para as passagens K320 e K324 para prover uma via de fluxo de gases restritiva, e as passagens podem ser substancialmente abertas com nenhuma barreira obstrutiva e ainda serem limitantes ao ter um tamanho reduzido, diâmetro e/ou largura. Como será explicada em detalhes adicionais abaixo, pelo menos uma passagem de fluido K320/K321/K322 é configurada para restringir fluxo de ar tanto ao ter um diâmetro ou largura reduzida na junção com a cavidade frontal K406 como por incorporar de outra maneira a incorporação de um fluxo restringindo elemento, ou ambos.

[001907] Em algumas variações dessa modalidade, uma passagem de fluido alternativa ou adicional é provida para conectar de maneira fluida a cavidade frontal diretamente a um volume externo de ar (similar à passagem P105 da modalidade P, por exemplo).

[001908] Pelo menos uma passagem de fluido K320/K321/K322/K324 preferencialmente compreende um restritor de fluxo de fluido. O restritor de fluxo de fluido pode compreender, por exemplo, qualquer combinação de: uma entrada ou admissão da cavidade adjacente de tamanho, largura ou diâmetro reduzido; e/ou um fluxo de fluido restringindo elemento ou barreira na entrada ou dentro da passagem, tal como um material poroso e permeável. Por exemplo, a passagem de fluido pode ser uma passagem totalmente aberta com um diâmetro ou largura de entrada reduzida. De maneira alternativa, ou em adição à passagem de fluido pode compreender um fluxo de fluido restringindo elemento, tal como uma barreira de espuma ou barreira de tecido de malha na entrada ou dentro da passagem para submeter gases a atravessar o entremeio para alguma resistência. A passagem de fluido pode compreender uma ou mais aberturas.

[001909] Preferencialmente, as passagens de fluido K320/K321/K322/K324 também permitem coletivamente o fluxo de gases no entremeio por um grau suficiente, tal que há uma redução significativa

em pressão de som dentro do canal auricular durante operação. A redução significativa em pressão de som, por exemplo, pode resultar em pelo menos 10%, ou mais preferencialmente pelo menos 25%, ou mais preferencialmente pelo menos 50% de redução em pressão de som durante operação do dispositivo ao longo de uma faixa de frequência de 20Hz a 80Hz. Essa redução de som é relativa a um dispositivo de áudio similar que não compreende quaisquer passagens de fluidos, tal que haja vazamento insignificante na pressão de som gerada durante operação. A redução significativa na pressão de som é preferencialmente observada pelo menos em 50% do tempo que o dispositivo de áudio está instalado em um dispositivo de medição padrão. No entanto, outras reduções na pressão de som também são previstas e a invenção não é destinada a ser limitada a esses exemplos.

[001910] Nessa modalidade, as passagens de fluido K320, K321 e K322 compreendem uma largura reduzida na junção com a cavidade frontal K406 (e também com a cavidade traseira K405). A largura das passagens pode ser a mesma ou ainda diferente. Cada passagem de fluido K320/K321/K322 é substancialmente aberta, mas é reduzida em tamanho relativo à cavidade frontal para, assim, reduzir quaisquer ressonâncias indesejadas que possam ocorrer de outra maneira dentro da cavidade de ar K406 e/ou dentro da cavidade de ar K405.

[001911] Cada passagem de fluido pode se estender em qualquer lugar dentro do dispositivo, tal como adjacente à periferia do conjunto de diafragma e/ou conjunto de transdutor de áudio ou mesmo através de uma abertura no conjunto de diafragma e/ou conjunto de transdutor de áudio e/ou almofada de ouvido K309. Nessa modalidade, a passagem K321 se estendem em torno da periferia do conjunto de diafragma, e em particular das faces de lado e uma face/borda terminal da estrutura de diafragma.

[001912] Nessa modalidade, o controle de ressonâncias de ar é aprimorado por meio de amortecimento criado pela passagem de fluido de

vazamentos de ar. Além disso, o controle de ressonância, bem como a moderação de nível de graves, pode ser feito relativamente consistente através de ouvintes/usuários diferentes e com posicionamento de dispositivo diferente, particularmente se o vazamento de passagem de fluido provido dentro do dispositivo for significativo em comparação com vazamento de fluido que possa ocorrer entre as almofadas de ouvido K309 e a cabeça do usuário.

[001913] A fim de amortecer uma ressonância de ar inerente em uma cavidade, tal que K405 ou K406, uma passagem de fluido de vazamento de ar deve preferencialmente prover resistência suficiente ao fluxo de ar, tal como para evitar taxas de fluxo de ar altas através da passagem que pode conectar de maneira efetiva de outra maneira a cavidade à outra cavidade de ar ou ao envoltório de ar circundante K414, pelo fato de que essa situação é propensa a criar novos modos de ressonância indesejados significativos. Se um fluxo de ar alto ocorrer, então, a via de fluxo conterá preferencialmente um elemento resistivo, tal como um plugue de espuma de modo que essas ressonâncias associadas caiam rapidamente. Um exemplo de tal novo modo de ressonância poderia ser uma ressonância do tipo Helmholtz envolvendo movimento de ar dentro uma passagem de fluido de ar, que nesse cenário constitui uma massa, em retribuição dentro da passagem contra uma força de restauração provida por ar contido dentro de uma cavidade conectada, que age como uma complacência.

[001914] A fim de amortecer uma ressonância de ar indesejada inerente em uma cavidade, tal como K405 ou K406, uma passagem de fluido de vazamento de ar preferencialmente também permite fluxo de fluido de ar suficiente tal que haja uma redução significativa na pressão de ar, na entrada de passagem de fluido associada com o modo em questão. Em geral, para isso ocorrer, uma passagem não está preferencialmente localizada em um nó de pressão associado com o modo em questão, caso

contrário o modo não direcionará ar através da passagem de fluido e a ressonância será afetada. Preferencialmente, para atenuação máxima, uma passagem de ar está localizada em ou próxima a um antinodo de pressão de um modo de ressonância de ar indesejado.

[001915] Para atenuar um espectro amplo de modos de ressonância de ar indesejados dentro da cavidade de ar K406, é preferível que as passagens de fluido de vazamento de ar, tais como K320, K321 e K322 são amplamente distribuídas através da cavidade de volume de ar K406. Isso aprimorara a possibilidade que, por uma dada ressonância de ar indesejada dentro de uma cavidade, tal como K406, haverá uma passagem de fluido de vazamento de ar localizada fora de um nó de pressão e preferencialmente perto de um antinodo de pressão. Por exemplo, as passagens de fluido de vazamento de ar K320, K321 e K322 se estendem coletivamente (e são distribuídas) através de uma distância que é próxima à dimensão máxima através do componente de envoltório K301. Preferencialmente, as passagens de fluido de vazamento de ar K320, K321 e K322 se estendem coletivamente ao longo de uma distância maior do que uma distância através de uma face principal K132 do corpo de diafragma, ou mais preferencialmente ao longo de uma distância maior do que 50% a mais do que a distância mais curta através de uma face principal K132 do corpo de diafragma, ou mais preferencialmente ao longo de uma distância maior do que o dobro da distância mais curta através de uma face principal K132 do diafragma. Isso ajuda a tingir amortecimento mais compreensivo de ressonâncias internas de ar mais distintas.

[001916] Em uma modalidade alternativa de passagem de fluidos de ar são providas de cavidade K406 para o ar exterior K414 por meio de um tecido permeável ou poroso. Uma vantagem da configuração da presente invenção, no entanto, é que as passagens de fluido amortecendo ressonância na cavidade K406, que é adjacente ao ouvido, ventila para a cavidade traseira K405 em oposição ao ar exterior K414, e isso significa

que atenuação de ruído passivo é aprimorado pelo fato de que ruído ambiente deve passar através da cavidade traseira K405 a fim de se mover a partir do ar exterior K414 para o ouvido na cavidade K406a.

[001917] As passagens de fluido de vazamento de ar K320, K321, K322 e K324 são substancialmente distribuídas através do volume de cavidade de ar traseira K405. Em uma maneira similar ao caso de cavidade frontal K406, isso aprimora a propensão de que, para uma dada ressonância de ar indesejada dentro da cavidade K405, haverá uma passagem de fluido de vazamento de ar localizada longe de um nó de pressão e preferencialmente próxima a um antinodo de pressão.

5.2.3 Modalidade W

[001918] Com referência às figuras W1-W3, uma modalidade adicional de um dispositivo de áudio pessoal da invenção (referido nesse documento como modalidade W), na forma de um aparelho de headphone W101 é mostrada compreendendo dispositivos de interface de headphone esquerda e direita (doravante também referido como cascos de headphone) W102 e W103 conectados por uma faixa de cabeça W104.

Transdutor de áudio

[001919] O transdutor de áudio incorporado nessa modalidade é similar ao transdutor de áudio K100 descrito na seção 5.2.2 para o dispositivo de modalidade K. A descrição que se refere ao conjunto de diafragma, o conjunto de dobradiça, o sistema de montagem de desacoplamento e à estrutura de base de transdutor e mecanismo de transdução/ excitação na seção prévia também se aplica a essa seção e modalidade e será repetida para fins de concisão.

Alojamento

[001920] O transdutor de áudio é mostrado alojado dentro de um envoltório W201. O envoltório W201 é substancialmente abrangido por uma tampa externa W202. Essas duas partes formam o alojamento para o transdutor K100. O envoltório e a tampa externa podem ser fixamente e

rigidamente acoplados entre si por meio de qualquer método adequado, por exemplo, por meio de um engate de encaixe de trava, adesivo ou fixadores W216. O envoltório compreende uma cavidade W225 para reter o transdutor K100 nele e é aberto em ambos os lados da cavidade. Em um lado, a abertura forma uma abertura de saída W224 através da qual o som se propaga a partir do conjunto de transdutor durante operação. A abertura de saída W224 é configurada para se localizar em ou adjacente a um ouvido do usuário W310 quando o dispositivo está em uso. A cavidade de envoltório preferencialmente compreende uma parede interna que é substancialmente ou aproximadamente complementar ao formato da periferia externa do transdutor K100. Uma almofada de ouvido macia W210 se estende em torno da periferia do envoltório W201 em um lado oposto à tampa externa W202 e em torno da abertura de saída W224. A almofada de ouvido macia pode ser formada a partir de qualquer material adequado bem conhecido na técnica, tal como um material de espuma que seja confortável ao usuário. A almofada W210 pode ser forrada com uma camada de tecido não respirável W211, que está voltada ao ouvido W308 e ar exterior W314, e camada de tecido respirável W212, que está voltada para a cavidade W306. Também, um tecido de malha aberta pode se estender ao longo da abertura de saída W224.

[001921] Nessa modalidade, o dispositivo de áudio está configurado para aplicar pressão à parte exterior do ouvido e/ou a uma ou mais partes da cabeça W308 além do ouvido W310. Adicionalmente, o dispositivo de áudio é configurado para aplicar a pressão a uma ou mais partes da cabeça W308 além e/ou circundando o ouvido W310. A almofada de ouvido macia W210 preferencialmente gera uma vedação substancial em torno do ouvido do usuário para, assim, vedar substancialmente um volume de ar dentro do dispositivo a partir de um volume de ar W314 externo ao dispositivo *in situ*. A almofada de ouvido W210 é configurada para prover uma vedação suficiente entre um volume de ar dentro de uma

cavidade frontal W306 dentro do dispositivo, localizado em ou adjacente ao ouvido do usuário W310 em uso, e um volume de ar W314 externo ao dispositivo (tal como a atmosfera circundante). A almofada W210 pode compreender um corpo em formato para residir de maneira firme sobre e em torno do ouvido do usuário e vedar contra essa localização. Na implementação preferencial mostrada, o dispositivo é um headphone circumaural configurado para envolver completamente e abranger o ouvido *in situ*.

[001922] Na modalidade preferencial, a almofada de ouvido W210 é configurada para vedar de maneira suficiente ou substancial entre a cavidade frontal W306 no lado de ouvido do dispositivo e o volume de ar W314 externo ao dispositivo *in situ*. Como previamente mencionado em relação à modalidade k, uma vedação substancial é uma que é configurada para aumentar a pressão de som em pelo menos frequências de graves baixas (ou seja, prove um estímulo de grave) durante operação por exemplo.

[001923] O envoltório W201 é preferencialmente acoplado de maneira pivotante a uma respectiva extremidade da faixa de cabeça W104. Por exemplo, o envoltório W201 de cada casco de headphone W102 e W103 pode ser acoplado à respectiva extremidade da faixa de cabeça W104 por meio de braços de giro W107. Isso permite que a posição de faixa de cabeça seja ajustada pelo usuário para conforto. Qualquer mecanismo de dobradiça adequado pode ser usado. De maneira alternativa, a faixa de cabeça pode ser acoplada de maneira fixa à faixa de cabeça. Uma almofada macia interna W108 pode ser provida em uma face interna da faixa de cabeça W104 por conforto.

[001924] Em um estado montado, cada casco de headphone compreende uma primeira cavidade de ar frontal W306 localizada em ou adjacente à abertura de saída W224 em um lado do conjunto de diafragma configurado para se localizar adjacente a um ouvido do usuário W310 em

uso. O casco de headphone compreende adicionalmente uma segunda cavidade traseira W305 configurada para se localizar em um lado do conjunto de diafragma oposto à abertura de saída W224 e ouvidos do usuário em uso. A tampa externa W202 compreende uma abertura W208 ou grelha W226 configurada para se localizar adjacente ao transdutor de áudio K100 e cavidade traseira W305. Preferencialmente, o dispositivo compreende adicionalmente uma cobertura de tecido permeável W207 cobrindo a abertura de saída W224 adjacente à cavidade frontal W306 para permitir pressão de som para atravessar a partir da cavidade frontal em direção ao ouvido do usuário W310 em uso e também para proteger o interior do dispositivo de pó e outro material estranho. Preferencialmente, o dispositivo também compreende uma cobertura de tecido permeável W208 cobrindo a grelha/abertura traseira W226 adjacente à cavidade traseira W305 para permitir pressão de som para atravessar a partir da cavidade traseira em direção ao volume de ar externo W314 em uso e também para proteger o interior do dispositivo de pó e outros materiais estranhos. Tecido aveludado de algodão respirável ou malha de poliéster são exemplos de materiais adequados para ambas as coberturas de tecido W208 e W207, mas será apreciado que outros possam ser adequados como é conhecido na técnica. Em ambos os casos W208 e W207, as coberturas são preferencialmente altamente permeáveis e proveem apenas resistência mínima ao fluxo de ar. A cavidade W305 é preferencialmente projetada para ser suficientemente pequena e compacta tal que ressonâncias internas ocorram em altas frequências quando referida cavidade é efetivamente aberta ao ar exterior circundante W314, de modo que haja mínimo benefício a ser obtido em termos de gerenciamento de ressonância, para fazer cobertura W208 resistiva. A cavidade W306b é efetivamente combinada com cavidade W306a. Essas aberturas W224 e W226, portanto, não formam passagens de fluido substancialmente restritivas.

[001925] O envoltório W201 tem uma pluralidade de braços de grelha radialmente espaçados W201a que formam aberturas no envoltório no entremeio. A tampa externa W202 tem um conjunto correspondente de braços de grelha espaçados radialmente W202a, com aberturas em ambos os lados de cada braço de grelha que correspondem às aberturas do envoltório. Em um estado montado da tampa, os braços de grelha W201a e W202a e as aberturas se alinham para formar uma grelha com múltiplas aberturas que são distribuídas em torno do alojamento. Em particular, as aberturas são distribuídas em torno da periferia da cavidade de transdutor de áudio W225. A área e/ou volume dessas aberturas é substancialmente grande em relação ao tamanho do tamanho da tampa e/ou relativo ao volume de ar W306a contido diretamente adjacente ao ouvido *in situ*. A razão para isso será explicada na seção subsequente.

[001926] Um tecido de malha W209 é imprensado entre a tampa externa W202 e o envoltório W201 para cobrir as aberturas distribuídas em torno do transdutor K100. Nessa modalidade, a malha W209 é um tecido trançado em aço inoxidável. A malha W209 é substancialmente restritiva e compreende de maneira suficiente baixa permeabilidade tal que forme uma via de fluxo de gases restritiva a partir da cavidade frontal W306 para o volume de ar W314 externo ao dispositivo. Ao ajustar as propriedades de material e geometria das aberturas na grelha e malha, a restrição para fluxo de ar pode ser alterada para otimizar o desempenho de áudio, por exemplo, para otimizar a resposta de graves e amortecer ressonâncias de ar. Outros tipos de restrições de passagem de fluido poderiam substituir, por exemplo, tecido aveludado de algodão respirável, papel, malha de poliéster ou uma lâmina sólida perfurada de policarbonato poderia ser usada, mas será apreciado que outros materiais permeáveis conhecidos na técnica também possam ser usados. Como será descrito em detalhes adicionais na seção subsequente, é preferencial que essa área da malha é relativamente grande em comparação com o volume de ar W306a contido adjacente ao

ouvido *in situ*. A área da malha restritiva W209 que divide a cavidade frontal W306b do volume externo de ar W314 pode ser aproximadamente 10-20 cm², por exemplo, no entanto, outros tamanhos também são esperados dependendo da implementação. A área de malha W209 contribui com as características do sistema.

[001927] Uma camada fina de acolchoamento W213 localizado no lado oposto do envoltório W201 à tampa externa W202, é configurada para se localizar diretamente adjacente e/ou em contato com o ouvido W310 *in situ*. A almofada W213 pode ser formada a partir de qualquer material respirável adequado, tal como uma espuma de poliuretano de célula aberta coberta por tecido de algodão. Isso ajuda a impedir que partes do envoltório de plástico W201 tocando o ouvido e, assim, aprimora conforto ao usuário. Novamente, será apreciado que outras formas e materiais para acolchoamento possam ser adequadas e utilizadas em modalidades alternativas, como é conhecido na técnica.

Passagens de fluido de vazamento de ar

[001928] Como mencionado na modalidade K, cada casco de headphone também pode compreender uma ou mais passagens de fluido configuradas para prover uma via de fluxo de gases restritiva a partir da primeira cavidade W306 para outro volume de ar durante operação, para ajudar a amortecer ressonâncias e/ou estímulo de grave moderado. Por exemplo, com referência às figuras W2g e W3a, esse dispositivo compreende pelo menos duas passagens de fluido, W221 e W209, que conectam de maneira fluida uma primeira cavidade de ar frontal W306 configurada para se localizar adjacente ao ouvido do usuário W310 *in situ*, com uma segunda cavidade de ar traseira W305 configurada para se localizar distal do ouvido do usuário *in situ* ou com um volume de ar que é externo ao dispositivo. Nessa modalidade, o dispositivo compreende uma passagem de fluido W221 em torno da periferia do conjunto de diafragma que conecta de maneira fluida de ar frontal W306 em um lado do conjunto

de diafragma que é configurado para se localizar adjacente e/ou voltado para a abertura de saída W224 do envoltório W201 com a cavidade traseira W305 em um lado oposto do conjunto de diafragma voltado para longe e/ou localizado distal da abertura de saída W224 do envoltório W201. A passagem de fluido W221 conecta de maneira fluida as cavidades de ar traseira e frontal W306b e W305 tal que ar seja retido de maneira vedada de outra maneira dentro da cavidade frontal W306 pode fluir de maneira restritiva em um volume externo, para, assim, amortecer ressonâncias internas e/ou estímulo de grave moderado em uso.

[001929] Não é essencial que um fluxo restringindo elemento separado seja usado para a passagem para prover uma via de fluxo de gases restritiva, e a passagem pode ser substancialmente aberta com nenhuma barreira obstrutiva e ainda ser restritiva ao ter um tamanho, diâmetro e/ou largura reduzida.

[001930] O restritor de fluxo de fluido pode compreender, por exemplo, qualquer combinação de: uma entrada ou admissão da cavidade adjacente de largura, tamanho ou diâmetro reduzido; e/ou um fluxo de fluido restringindo elemento ou barreira na entrada ou dentro da passagem, tal como um material poroso e permeável. Por exemplo, a passagem de fluido pode ser uma passagem totalmente aberta tendo uma entrada de diâmetro ou largura reduzida. De maneira alternativa, ou em adição, a passagem de fluido pode compreender um fluxo de fluido restringindo elemento tal como uma barreira de espuma ou barreira de tecido de malha, tal como, por exemplo, malha W209 localizada dentro da passagem de fluido de grelha W209, na entrada ou dentro da passagem para submeter gases atravessando no entremeio para alguma resistência. A passagem de fluido pode compreender uma ou mais aberturas pequenas. Nessa modalidade, a passagem de fluido W221 compreende uma largura reduzida na junção com a cavidade frontal W306b (e também com a cavidade traseira W305). A largura das passagens pode ser a mesma ou diferente. A

passagem de fluido W221 é substancialmente aberta, mas reduzida em tamanho relativo à cavidade frontal W306, e ela age para reduzir quaisquer ressonâncias indesejadas que possam ocorrer de outra maneira dentro dessa cavidade de ar.

[001931] Em adição, uma passagem de fluido em ambos os lados dos braços de grelha W201a e W202a, coberta por malha W209 do dispositivo pode conectar de maneira fluida a cavidade de ar frontal W306a/W306b com um volume de ar que é externo ao dispositivo W314, por exemplo, com o ambiente externo. Essa passagem de fluido é separada a partir de qualquer passagem de vazamento que possa existir na prática entre cobertura de almofada de ouvido W211 e a cabeça do usuário W308 na fronteira W309. Nessa modalidade, uma grelha ou abertura é provida em uma extremidade oposta do alojamento para a cavidade frontal W306a (cavidade traseira adjacente W305) permitindo que a passagem de ar a partir da cavidade frontal W306a para um volume de ar externo ao dispositivo W314. A passagem de fluido é configurada para restringir fluxo de ar pela incorporação de um fluxo restringindo elemento W209. Nessa modalidade, a passagem de fluido provê uma via de fluxo altamente restritiva a partir da cavidade frontal W306 para o volume externo de ar. Em adição, a área de seção transversal dessa via de gases é substancialmente grande, especialmente em comparação com o tamanho do diafragma e/ou ao tamanho do volume de ar contido diretamente adjacente ao ouvido na cavidade W306a. Essa configuração permite um aprimoramento significativo na resposta de base do dispositivo enquanto ainda permitindo o vazamento de ar para permitir alguma redução de pressão de som e amortecer ressonâncias indesejadas. Como explicado para modalidade K, essa área e distribuição de passagens de fluxo de gases restritivos aprimora a predisposição que, para uma dada ressonância de ar indesejada dentro de uma cavidade, tal como W306, haverá uma passagem de fluido de vazamento de ar localizada longe um nó de pressão e preferencialmente

perto de um antinodo de pressão. Preferencialmente, a fim de atenuar um espectro amplo de modos de ressonância de ar indesejados dentro da cavidade de ar W306, é preferível que as passagens de fluido de vazamento de ar sejam amplamente distribuídas através da cavidade de volume de ar 306. As passagens de fluido W221 e W209 também se estendem coletivamente (e são distribuídas) através de uma distância que é próxima à dimensão máxima através de componente de envoltório W201. Isso ajudar a atingir amortecimento mais compreensivo de ressonâncias internas de ar mais distintas.

[001932] Preferencialmente, as passagens de fluido de vazamento de ar W221 e W209 são distribuídas em torno do corpo de diafragma e se estendem ao longo de uma distância substancial. Por exemplo, as passagens de fluido de vazamento de ar W221 e W209 são distribuídas através de uma distância maior do que uma distância mais curta através de uma face principal K132 do corpo de diafragma, ou mais preferencialmente ao longo de uma distância maior do que 50% mais do que a distância mais curta através de uma face principal K132 do corpo de diafragma, ou mais preferencialmente ao longo de uma distância maior do que o dobro da distância mais curta através de uma face principal K132 do diafragma. Essa distribuição ampla de passagens de fluido através do volume de cavidade w306 ajuda a atingir amortecimento mais compreensivo de ressonâncias internas de ar mais distintas de cavidade W306.

[001933] Será apreciado que em algumas modalidades, qualquer uma dentre a passagem de fluido W221 ou a passagem de fluido de grelha W209 pode ser incorporada para impedir o vazamento de ar a partir da cavidade vedada de outra maneira W306.

[001934] Preferencialmente, as passagens de fluido W208, W209, W221 também permitem coletivamente o fluxo de gases no entremeio para um grau suficiente que resulta em uma redução significativa na pressão de som dentro da cavidade de canal auricular durante operação. A redução

significativa na pressão de som, por exemplo, pode resultar em uma redução de pelo menos 10%, ou mais preferencialmente pelo menos 25%, ou mais preferencialmente pelo menos 50% na pressão de som durante operação do dispositivo ao longo de uma faixa de frequência de 20Hz a 80Hz. Essa redução de som é relativa a um dispositivo de áudio similar que não compreende quaisquer passagens de fluido, tal que haja vazamento negligenciável em pressão de som gerada durante operação. A redução significativa na pressão de som é preferencialmente observada pelo menos em 50% do tempo que o dispositivo de áudio está instalado em um dispositivo de medição padrão. Outras reduções em pressão de som também são previstas, no entanto, e a invenção não é destinada a ser limitada a esses exemplos.

[001935] Essa modalidade trata de ressonâncias mecânicas indesejadas do transdutor, especialmente do diafragma e suspensão de diafragma, através do uso de uma periferia de diafragma substancialmente não suportada e outros aspectos de transdutor. A excursão de diafragma e a frequência de ressonância de diafragma fundamental também pode ser aprimorada. A excursão de diafragma alta e a frequência de ressonância de diafragma fundamental baixa provida pelo projeto de periferia de diafragma desconectado significa que um grau razoável de vazamento de ar pode ser provido enquanto mantendo resposta de graves suficientes. Passagens de fluido de vazamento de ar resistivas W221 e W209 tratam ressonâncias internas de ar da cavidade frontal W306, a cavidade traseira W305 e qualquer outra cavidade contida dentro ou pelo dispositivo e/ou a cabeça do usuário por meio de amortecimento. Também, o controle de ressonância, bem como a moderação de nível de graves pode ser feita relativamente consistente através de diferentes ouvintes/usuários e com diferente posicionamento de dispositivo. O projeto de periferia de diafragma não conectado também ajuda a facilitar a resposta de reprodução de áudio precisa devido à ausência de um envoltório de diafragma e ressonâncias

associadas. Finalmente, ressonâncias mecânicas do defletor/casco de headphone e faixa de cabeça do headphone são tratadas pelo sistema de montagem de desacoplamento.

5.2.4 Modalidade X

[001936] Com referência às figuras X1 e X2, uma modalidade adicional de um dispositivo de áudio pessoal da invenção na forma de um dispositivo de interface de um aparelho de fone de ouvido X100 é mostrada compreendendo um conjunto de transdutor de áudio K100 alojado dentro de um alojamento de fone de ouvido X101-X103. O aparelho de fone de ouvido pode compreender um par de tais dispositivos de interface para cada ouvido do usuário. O transdutor de áudio K100 é um transdutor de ação rotacional igual ou similar àquele descrito em relação à modalidade K na seção 5.2.2, mas pode ser menor, por exemplo, de modo que não seja descrito em mais detalhes para fins de concisão. A descrição relacionada ao conjunto de diafragma, o conjunto de dobradiça e o mecanismo de excitação na seção anterior também se aplica a essa seção e modalidade. A descrição relacionada ao sistema de montagem de desacoplamento e a estrutura de base de transdutor pode se aplicar em configurações alternativas à configuração X100. Nessa modalidade, no entanto, a estrutura de base de transdutor é rigidamente acoplada ao alojamento/corpo X101 do fone de ouvido. O corpo X101 do fone de ouvido, portanto, forma parte da estrutura de base de transdutor nessa configuração.

[001937] Essa modalidade consiste em um fone de ouvido com base em um transdutor de ação rotacional. Há um plugue X104 flexível, por exemplo, de silicone ou borracha, que é inserido e veda contra a entrada do canal auricular. O ar é capaz de mover entre o canal auricular e o ar exterior por meio de duas vias, primeiramente sendo através da lacuna de ar do perímetro de diafragma X109, e, em segundo lugar, através de uma ventilação X114b dedicada (por exemplo, de 2mm de diâmetro). De

maneira efetiva, atrás do alto-falante há uma grelha grande, então há pouca ou nenhuma câmara traseira, e vazamento de ar depois de passar o diafragma vai para o exterior. A ventilação contém um amortecedor consistindo de um tarugo de espuma de célula aberta pequena X107 que provê resistência ao fluxo de ar dentro do tubo. A presença do tubo e da espuma dentro do tubo age para amortecer modos de ressonância acústicos do sistema de cavidade de ar. Adicionalmente, preferencialmente, para aprimorar o desempenho de graves, a interface complacente cria uma vedação entre o volume de ar no lado de canal auricular do dispositivo e o volume de ar no lado externo do dispositivo. Esses aspectos são descritos em maiores detalhes abaixo.

[001938] O dispositivo de áudio X100 compreende um envoltório X102 com uma cavidade X112 que é substancialmente complementar em perfil para o perfil do transdutor de áudio K100 para reter o transdutor de áudio nele. O envoltório X102 está aberto em ambos os lados das faces principais do conjunto de diafragma. Uma parte de cobertura intermediária X101 do alojamento é configurada para se acoplar sobre o envoltório para abranger substancialmente a cavidade e o transdutor de áudio nele. O transdutor de áudio pode ser acoplado à cobertura de envoltório X101 por meio de um sistema de montagem de desacoplamento similar àquele descrito na seção 5.2.2, por exemplo. Nessa modalidade, o transdutor de áudio K100 se acopla rigidamente a ambos, a cobertura de envoltório X101 e o envoltório X102.

[001939] A cobertura de envoltório forma parte da estrutura de base de transdutor. A parte de cobertura X101 compreende uma abertura ou grelha X115 para permitir pressão de som gerada pelo transdutor para atravessar em direção a uma ventilação de saída do dispositivo. O dispositivo compreende adicionalmente uma terceira parte de alojamento X103 configurada para se acoplar ao longo da parte de cobertura X101 em torno ou adjacente à abertura ou grelha. A parte de alojamento X103 é

substancialmente oca e compreende uma cavidade de gargalo substancialmente alongada X110 levando a uma ventilação de saída terminal ou abertura X113. Um amortecedor de som na forma de uma inserção porosa e/ou permeável X106 pode estar localizado no gargalo adjacente à ventilação de saída X113 para amortecer ressonâncias geradas dentro da região durante operação. A inserção pode ser feita a partir de um material espumoso de células abertas, por exemplo. Uma interface na forma de um plugue auricular X104 configurado para se localizar dentro da concha do usuário X203b ou contra a entrada para o canal auricular X201 ou dentro do canal auricular X201 acopla a ventilação de saída X113 da parte de alojamento X103. O plugue auricular X104 pode compreender um corpo substancialmente flexível, tal que possa ser encaixado de maneira vedada, por exemplo, em localizações X204, dentro de um canal auricular do usuário em uso como mostrado na figura X2. O plugue X104 é preferencialmente também substancialmente macio para prover conforto ao usuário. Por exemplo, o corpo pode ser formado de um material plástico flexível e macio, tal como silicone.

[001940] Em um estado montado, o dispositivo X100 compreende uma primeira cavidade de ar frontal X110 em um lado do conjunto de diafragma K101 voltado para a ventilação de saída X113 e uma segunda cavidade traseira X111 em um lado oposto do conjunto de diafragma voltado para longe da ventilação de saída. Uma abertura X117 no envoltório X102 adjacente à cavidade traseira X111 forma uma primeira passagem de fluido através da qual o ar pode vazar durante operação do dispositivo. A abertura X117 pode ser coberta pode compreender uma cobertura porosa ou permeável X105 para restringir o fluxo/vazamento de gases, incluindo ar no entremeio, mas nessa modalidade, a cobertura X105 é altamente permeável assim serve primeiramente como uma cobertura de pó e provê pouca resistência acústica. A cobertura X105 pode ser formada a partir de uma malha altamente permeável ou material espumoso, por

exemplo. A parte de alojamento X103 compreende adicionalmente uma segunda passagem de fluido X114 que se estende adjacente à abertura de saída X113. O plugue X104 pode se acoplar sobre a segunda passagem de fluido X114. A segunda passagem de fluido tem duas aberturas X114a e X114b que conectam a cavidade de canal auricular X201 na abertura X114a para um volume externo de ar X207 (tal como o ambiente externo) na abertura X114b. A segunda passagem de fluido contribui para conectar de maneira fluida a primeira cavidade de ar X110 com um volume externo de ar X207, tal que o ambiente externo, para prover uma segunda via para o vazamento de ar. Uma inserção porosa e/ou permeável X107 pode estar localizada dentro dessa passagem de fluido para restringir o fluxo/vazamento no entremeio. A inserção X107 pode ser formada a partir de um material espumoso de células abertas, por exemplo. Essa inserção X107 preferencialmente compreende relativamente baixa porosidade/permeabilidade tal que forme uma via de fluxo de gases restritiva de maneira substancial e suficiente para amortecer ressonâncias internas.

[001941] Como mencionado na seção 5.2.2, o transdutor de áudio compreende uma estrutura de diafragma que é substancialmente livre de conexão física com um interior do envoltório em torno de uma porção substancial da periferia da estrutura. Dentro dessa região, há uma lacuna X109 entre o conjunto de diafragma K101 e o envoltório X102. A lacuna forma uma passagem de fluido entre a cavidade frontal X110 e a cavidade traseira X111 do dispositivo para impedir o vazamento de ar a partir da cavidade frontal X110 para a cavidade traseira X111.

[001942] Como foi descrito acima, com pelo menos alguma porção da periferia de diafragma que é substancialmente livre de conexão física com o alojamento ou defletor ou invólucro, etc. aprimora a permuta de três vias entre a excursão de diafragma, frequência de ressonância de

diafragma fundamental e ressonâncias de transdutor incluindo ressonâncias de suspensão e diafragma.

[001943] A presença das passagens de fluido de vazamento de ar X114 e X109 pode fazer com que o comportamento de ressonância acústica do canal auricular seja mais natural, e mais próximo ao tipo de tubo de extremidade aberta da característica de ressonância que ocorre quando o canal auricular não está vedado por um fone de ouvido. Isso pode ser devido às passagens X114 e X109 agindo para amortecer ressonâncias de ar do canal auricular/ sistema acústico de transdutor e/ou por meio de uma alteração de uma ou mais frequências de ressonância exibidas pelo sistema. As alterações no comportamento de ressonância do canal auricular/sistema acústico de transdutor pode alterar de maneira adversa e radical a resposta de frequência do dispositivo e sistema, bem como as características de ressonância indesejadas como medidas em, por exemplo, um gráfico waterfall. Passagens de fluido X114 e X109 também podem auxiliar a mitigar o 'efeito de oclusão'.

[001944] Muitos projetos de fone de ouvido plugam e vedam o canal auricular que aumenta o volume, particularmente em frequências de graves, no entanto, a vedação também altera as características acústicas do canal auricular, assim, descalibrando de maneira eficaz o cérebro a partir de seus ouvidos e afetando de maneira adversa a qualidade de áudio subjetiva. Estes projetos também podem ser desconfortáveis, podem ter problemas em atender diferentes formatos de ouvido, bloqueio de som ambiente, podem criar novas ressonâncias dentro do canal auricular e agir para acoplar o diafragma a um volume de ar de canal auricular interno que varia entre ouvidos e entre encaixes.

[001945] A borda livre de diafragma da modalidade mostrada na Figura H4b apenas bloqueia parcialmente o canal auricular, e em substituição aprimora a resposta de graves ao prover excursão de diafragma suficiente e frequência de ressonância de diafragma fundamental

suficientemente baixa, que é facilitada pelo diafragma de borda livre. Isso combinado com características de alto-falante de baixa ressonância resulta em um dispositivo de áudio de encaixe não vedante confortável provendo reprodução de áudio de alta fidelidade de largura de banda ampla.

[001946] Como mencionado para a modalidade K, é preferível que o conjunto de diafragma de modalidade X compreende uma estrutura de diafragma que é de uma configuração substancialmente espessa e rígida, como descrito sob a seção 2.2 para as estruturas de diafragma de configuração R1 a R4.

[001947] O envoltório X102, a cobertura de envoltório X101 e a parte de alojamento X103 pode formar coletivamente o corpo de alojamento. Uma vez que não há sistema de montagem de desacoplamento de alto-falante na modalidade X, esses componentes também compreendem uma parte da estrutura de base de transdutor. Será apreciado que essas partes possam ser formadas separadamente e acopladas rigidamente entre si em suas periferias por meio de qualquer meio de afixação adequado, tal como usando adesivo, engate de encaixe de travas e/ou afixadores, como é bem conhecido na técnica. De maneira alternativa, algumas ou todas essas partes podem ser formadas de maneira integral.

[001948] Como mostrado na figura X2, o plugue auricular X104 é configurado para residir de maneira confortável dentro da concha do usuário X203b e/ou a entrada para o canal auricular X201 e/ou dentro do canal auricular X201 para, assim, substancialmente vedar contra as paredes da concha ou canal auricular em regiões X204 em uso. O plugue auricular X104 é configurado para prover uma vedação suficiente entre um volume de ar dentro de uma cavidade frontal X110 dentro do dispositivo, localizado em ou adjacente ao canal auricular do usuário ou concha em uso, e um volume de ar externo ao dispositivo (tal como o ambiente circundante), para impedir substancialmente o vazamento de ar adjacente

às paredes X204 do canal auricular *in situ*. A geometria e/ou o material usado para o plugue auricular X104 pode afetar a suficiência da vedação, por exemplo.

[001949] Uma vedação substancial é uma que é configurada para aumentar a pressão de som em, pelo menos frequências de graves baixas (ou seja, prover um estímulo de grave) durante operação, por exemplo, como previamente mencionado nas seções precedentes.

[001950] O dispositivo de áudio X100 compreende adicionalmente pelo menos uma passagem de fluido configurada para prover uma via de fluxo de gases substancialmente restritiva a partir da primeira cavidade X110 para outro volume de ar durante operação, para ajudar no amortecimento de ressonâncias e/ou estímulo de grave moderado. Nessa modalidade, o dispositivo compreende duas passagens de fluido, no entanto, será apreciado que, em configurações alternativas, qualquer uma ou mais dessas passagens possam ser incorporadas. A passagem de fluido X109 conecta de maneira fluida as cavidades de ar traseira e frontal X110 e X111, tal que o ar que é retido vedado de outra maneira dentro da cavidade X110 pode fluir de maneira limitada dentro de um volume externo para, assim, amortecer ressonâncias internas e/ou estímulo de grave moderado em uso. Não é essencial que um fluxo restringindo elemento separado é usado para a passagem para prover uma via de fluxo de gases restritiva, e a passagem pode ser substancialmente aberta sem nenhuma barreira obstrutiva e ainda ser restritiva ao ter um tamanho, diâmetro ou largura reduzida. Essa passagem de fluido X109 é configurada para restringir o fluxo de ar ao ter uma largura reduzida na junção com a cavidade frontal X110.

[001951] A passagem de fluido X114 conecta de maneira fluida a cavidade de ar frontal X110 com um volume externo de ar X207, tal como o ambiente circundante, e está localizada adjacente a ventilação de saída X113 do dispositivo. A passagem de fluido é configurada para restringir

substancialmente o fluxo de ar ao entrar um diâmetro ou largura reduzida e ao incorporar um fluxo restringindo elemento X107, tal que uma inserção de espuma para submeter gases atravessando no entremeio a alguma resistência. Essa inserção preferencialmente compreende substancialmente baixa permeabilidade.

[001952] Cada passagem de fluido permite que o ar escape da primeira cavidade X110 adjacente ao ouvido do usuário ou cabeça durante operação sem passar entre a parede de canal auricular do usuário X204 e o dispositivo de áudio, assim, afetando a vedação. Isso significa que a resistência de passagem de fluido e a localização de passagem de fluido são relativamente consistentes em comparação com o caso em que não há passagem de fluido, ou uma passagem de fluido de ar muito pequena, em cujo caso o grau de vedação do dispositivo em localizações X204 e, portanto, também o desempenho, pode variar grandemente entre diferentes usuários e diferentes encaixes do dispositivo.

[001953] Como previamente mencionado nas seções precedentes, preferencialmente as passagens de fluido X114, X109 e X105 do transdutor permitem coletivamente o fluxo de gases no entremeio a um grau suficiente tal que elas resultem em uma redução significativa na pressão de som dentro da cavidade de canal auricular durante operação. Uma redução significativa na pressão de som, por exemplo, pode resultar em uma redução de pelo menos 10%, ou mais preferencialmente de pelo menos 25%, ou mais preferencialmente de pelo menos 50% na pressão de som durante operação do dispositivo ao longo de uma faixa de frequência de 20 Hz a 80 Hz. Essa redução de som é relativa a um dispositivo de áudio similar que não compreende quaisquer passagens de fluido, tal que há vazamento insignificante em pressão de som gerada durante operação. A redução significativa em pressão de som é preferencialmente observada em pelo menos 50% do tempo que o dispositivo de áudio está instalado em um dispositivo de medição padrão. Outras reduções em pressão de som

também são previstas, no entanto, e a invenção não é destinada a ser limitada a esses exemplos.

[001954] Nessa modalidade, o controle de ressonâncias de ar é aprimorado por meio de amortecimento criado pelos vazamentos de ar de passagens de fluido. Também, o controle de ressonância, bem como moderação de nível de graves pode ser feito relativamente consistente através de diferentes ouvintes/usuários e com diferente posicionamento de dispositivo. As bordas que movem significativamente, por exemplo, os três lados da estrutura de diafragma localizados longe do mecanismo de dobradiça, não são fixados ao alojamento/envoltório. Essa suspensão de diafragma provê uma frequência de ressonância de diafragma fundamental baixa e a excursão de diafragma alta, enquanto o fato de que o mecanismo de dobradiça é eficaz em resistir deslocamentos translacionais, ajuda a facilitar bom desempenho de alta frequência.

[001955] O transdutor de áudio dessa modalidade provê armazenamento de energia baixo, resultando em um gráfico waterfall similar àquele descrito em relação ao transdutor de áudio de modalidade A (ver Fig. H2a, por exemplo).

5.2.5 Modalidade Y

[001956] Com referência às figuras Y1-Y4, uma modalidade adicional de um dispositivo de áudio pessoal da invenção (aqui, referido doravante como modalidade Y), na forma de um headphone Y101 é mostrada compreendendo dispositivo de interfaces de lado esquerdo e direito (doravante também referidos como cascos de headphone) Y102 e Y103 conectados por uma faixa de cabeça Y104.

Transdutor de áudio

[001957] O transdutor de áudio Y200 incorporado nessa modalidade é um transdutor de áudio de ação linear similar àquela descrita na seção 5.2.1 em relação ao dispositivo de áudio pessoal de modalidade P. Com referência às figuras Y2e-Y2h, o transdutor de áudio Y200

compreende um conjunto de diafragma Y217 que é igual ou similar ao conjunto P110 do dispositivo de áudio de modalidade P, com um corpo de diafragma substancialmente rígido e em cúpula com uma armação de base de diafragma compreendendo molde Y222 que se estende a partir da periferia do corpo. A armação de base de diafragma também compreende guias de centralização Y223a, Y223b e Y223c acopladas ao molde. O conjunto de diafragma Y217 é suportado em posição relativa a uma estrutura magnética por fluido ferromagnético Y220a-d. Dois componentes de transferência de força formam parte do mecanismo de transdução e compreendem enrolamentos de bobina Y221a e Y221b. Guias de centralização Y223a-c acoplam o molde para ajudar a manter a posição longitudinal das bobinas Y221a e Y221b em uma maneira equivalente àquela descrita para modalidade P. A estrutura magnética forma a outra parte do mecanismo de excitação e inclui um ímã permanente Y219 com peças polares internas Y218a e Y218b acopladas a ambos os polos do ímã e peça polar externa Y218c espaçada a partir dele. Os componentes de transferência de força Y221a e Y221b do conjunto de diafragma se estendem através das lacunas formadas entre as peças polares internas e externas da estrutura magnética e coincidem com as lacunas quando o conjunto de diafragma está na posição neutra/em repouso. As lacunas ou espaços entre as peças polares internas e externas compreendem fluido ferromagnético que suportam e centralizam o componente de transferência de força nelas. A estrutura magnética forma parte da estrutura de base de transdutor e está acoplada de maneira rígida para corpo/envoltório principal Y224 da estrutura de base de transdutor configurada para envolver o conjunto de diafragma e o mecanismo de excitação. O envoltório Y224 pode compreender canais que são alinhados com o canal formado entre as peças polares internas e externas para o componente de transferência de força para se estender através na medida em que é recíproco durante operação. O conjunto de diafragma compreende uma periferia externa que

é substancialmente livre de conexão física com qualquer estrutura circundante incluindo a estrutura de base de transdutor.

Sistema de montagem de desacoplamento

[001958] Cada transdutor de áudio Y200 é acoplado a uma base Y202 do respectivo casco Y102/Y103. O transdutor de áudio Y200 pode ser acoplado de maneira complacente e suspenso em relação à base Y202 por meio de um sistema de montagem de desacoplamento. Será apreciado que qualquer sistema de montagem de desacoplamento descrito sob seção 4.2 desse relatório descritivo pode ser usado (tal como um descrito em relação ao transdutor de áudio de modalidade U, por exemplo), ou, de outra maneira, qualquer sistema de montagem projetado em conformidade com as considerações de projeto e princípios da seção 4.3 pode ser usado.

[001959] Por exemplo, nessa modalidade, o transdutor de áudio Y200 é acoplado à base via um anel de desacoplamento anular substancialmente flexível Y204 e um bloco de desacoplamento Y203. Uma parede interna do anel de desacoplamento Y204 se localiza e é rigidamente acoplado em torno de uma parede periférica externa do envoltório Y224 do transdutor Y200, e uma parede externa do anel de desacoplamento Y204 se localiza e se acopla de maneira rígida a uma parede interna de uma cavidade ou abertura complementar Y211 formada na base Y202. O anel de desacoplamento Y204 é substancialmente complacente e, portanto, é formado a partir de um material substancialmente flexível e/ou resiliente e/ou compreende uma geometria substancialmente flexível e/ou resiliente. Nessa modalidade, a parede interna do anel Y204 compreende uma seção afunilada flexível configurada para se acoplar contra o envoltório do transdutor. Será apreciado que a seção afunilada pode acoplar a base Y202 ao invés de em modalidades alternativas. O anel de desacoplamento Y204 é acoplado de maneira rígida ao envoltório Y224 e à base Y202 por meio de qualquer mecanismo adequado, tal como usando adesivo.

[001960] O bloco de desacoplamento Y203 também é complacente e formado a partir de um material substancialmente flexível. O bloco de desacoplamento Y203 acopla de maneira complacente o envoltório Y224 a uma tampa Y201 do respectivo casco. O bloco de desacoplamento Y203 pode acoplar e ambas as extremidades dentro das respectivas aberturas formadas em uma extremidade, face externa do envoltório Y224 e uma face interna da tampa Y201. O bloco de desacoplamento Y203 é rigidamente acoplado em ambas as extremidades ao envoltório e à tampa por meio de qualquer mecanismo adequado, por exemplo, ao usar um adesivo.

[001961] Nessa modalidade, o anel de desacoplamento Y204 e o bloqueio Y203 são feitos de borracha de silicone, com um módulo de Young de aproximadamente 2MPa, por exemplo. Muitos outros materiais e geometrias alternativos também são aceitáveis, por exemplo, molas planas de aço resilientes, espumas e similares.

Alojamento

[001962] O alojamento de casco de headphone compreende a base Y202 e a tampa Y201. Juntamente, eles formam um interior oco com o qual o transdutor Y200 está acoplado por meio do sistema de montagem de desacoplamento descrito acima. A base Y202 e a tampa Y201 são acopladas de maneira fixa em suas periferias por meio de qualquer mecanismo de fixação adequado, nesse caso por meio de afixadores de parafuso Y216, mas alternativamente engate de encaixe de travas e/ou adesivo pode ser usado. A base Y202 compreende uma abertura central Y211 configurada para se alinhar com o conjunto de diafragma do transdutor de áudio no estado montado e, assim, provê uma abertura de saída Y226 através da qual o som se propaga a partir do conjunto de transdutor durante operação. Uma almofada de ouvido macia Y109 se estende em torno da periferia da base Y202 em um lado oposto à tampa externa Y201 e em torno da abertura de saída central Y226. A almofada de

ouvido macia pode ser formada de qualquer material adequado bem conhecido na técnica, tal que um material de espuma que é confortável ao usuário. A almofada Y109 pode ser forrada com uma camada de tecido não respirável Y109b. Além disso, um tecido de malha aberta Y109c pode se estender ao longo da abertura de saída. Outras camadas de material e/ou tecido podem ser aplicadas em que aumentam resistência de fluido, por exemplo, a face interna da almofada de ouvido Y109 pode ser forrada com um material poroso e permeável Y109c e uma almofada de conforto Y213 pode estar situada voltada para o ouvido Y403. Será apreciado que alguns desses sejam opcionais e dependendo da implementação desejada.

[001963] Com referência à figura Y4, nessa modalidade, o casco de headphone do dispositivo de áudio é configurado para aplicar pressão à parte externa do ouvido Y403 e/ou a uma ou mais partes da cabeça além do ouvido. A interface, incluindo a almofada de ouvido interna macia Y109a e a camada de envoltório de tecido Y109b preferencialmente gera uma vedação em torno do ouvido do usuário para, assim, vedar substancialmente um volume de ar dentro do dispositivo a partir de um volume de ar Y408 externo ao dispositivo *in situ*. A interface/almofada de ouvido Y109 é configurada para prover uma vedação suficiente entre um volume de ar dentro de uma cavidade frontal Y205 dentro do dispositivo, localizado em ou adjacente ao ouvido do usuário em uso, e um volume de ar Y408 externo ao dispositivo (tal como a atmosfera circundante). A almofada Y109 pode compreender um corpo em formato para residir firmemente sobre e em torno do ouvido do usuário ou parte externa do ouvido Y403 e vedar contra essa localização. Por exemplo, o casco de headphone e almofada de interface pode ser configurado do tipo supra-aural para pressionar contra o ouvido do usuário em uso.

[001964] Como previamente mencionado, em relação à modalidade k, uma vedação substancial é uma que é configurada para

aumentar a pressão de som em pelo menos frequências de graves baixas (ou seja, proveem um estímulo de grave) durante operação, por exemplo.

[001965] Em um estado montado, cada casco de headphone compreende uma primeira cavidade de ar frontal Y205 localizada em ou adjacente à abertura de saída em um lado do conjunto de diafragma configurado para se localizar adjacente a um ouvido do usuário em uso. O casco de headphone compreende adicionalmente uma segunda cavidade traseira Y206 configurada localizada em um lado do conjunto de diafragma em oposição à abertura de saída e ouvidos de usuários em uso. A tampa externa Y201 compreende uma ou mais aberturas ou fendas Y215 localizadas adjacentes à cavidade traseira Y206 para ar vazar através durante a operação. Preferencialmente, o dispositivo compreende adicionalmente uma cobertura de tecido poroso Y207 cobrindo a abertura de saída adjacente à cavidade frontal Y205 para permitir pressão de som para atravessar a partir da cavidade frontal em direção ao ouvido do usuário em uso. Outra cobertura de tecido poroso Y209 se estende ao longo de uma abertura anular ou séries radialmente distribuídas de aberturas Y210 cercando a abertura de saída central. A cobertura de tecido poroso Y207 compreende preferencialmente um grau substancialmente alto de permeabilidade, tal que não limite significativamente o fluxo de gases no entremeio. Por outro lado, a cobertura de tecido Y209 preferencialmente compreende um grau relativamente baixo de permeabilidade, tal que não limite suficientemente o fluxo de gases no entremeio. Para ambas as coberturas Y207 e Y209, malha de aço trançada de maneira fina, tecido aveludado de algodão respirável ou malha de poliéster são exemplos de materiais adequados com o grau de permeabilidade sendo escolhidos ou ajustados como necessário. Será apreciado que outros materiais possam ser usados de maneira alternativa, como é conhecido na técnica.

[001966] A área e/ou o volume das aberturas distribuídas radialmente Y210 e malha correspondente Y209, é substancialmente

grande em relação ao tamanho da tampa e/ou em relação ao volume de ar W306a contido diretamente adjacente ao ouvinte *in situ*.

[001967] Com referência à figura Y1, a tampa externa e/ou a base de cada casco é preferencialmente acoplada de maneira pivotante a uma respectiva extremidade da faixa de cabeça Y104. Por exemplo, a tampa externa Y201 de cada casco Y102, Y103 pode ser acoplada à respectiva extremidade da faixa de cabeça Y104 por meio de braços de giro Y107. Isso permite que a posição de faixa de cabeça seja ajustada pelo usuário para conforto. Qualquer mecanismo de dobradiça adequado pode ser usado. De maneira alternativa, a faixa de cabeça pode ser acoplada de maneira fixa à faixa de cabeça. Uma almofada macia interna pode ser provida em uma face interna da faixa de cabeça para conforto.

Passagens de fluido de vazamento de ar

[001968] Como mencionado para modalidade K, cada casco de headphone também pode compreender uma ou mais passagens de fluido configuradas para prover uma via de fluxo de gases restritiva a partir da cavidade de ar frontal Y405 para outro volume de ar durante operação, para ajudar a amortecer as ressonâncias e/ou estímulo de grave moderado. Por exemplo, com referência à figura Y4a, esse dispositivo compreende pelo menos uma passagem de fluido que conecta de maneira fluida uma primeira cavidade de ar frontal Y405 configurada para se localizar adjacente a um ouvido do usuário *in situ*, com um volume de ar Y408 externo ao dispositivo. A passagem de fluido conecta de maneira fluida a cavidade frontal Y405 com a cavidade traseira Y406 e adicionalmente conecta de maneira fluida a cavidade traseira Y406 com um volume de ar Y408 externo ao dispositivo por meio de uma via de fluxo restritiva. Nessa modalidade, o dispositivo compreende uma passagem de fluido que atravessa da cavidade frontal Y205a, através de uma camada de tecido altamente poroso Y207 e a abertura de saída Y226 para a cavidade frontal Y205b perto do ouvido Y403. A parte de cavidade frontal Y205b é conectada de

maneira fluida com a cavidade traseira Y206 por meio de um elemento substancialmente resistivo Y209 em aberturas Y210. A cavidade traseira Y206 também é conectada de maneira fluida, através da uma ou mais aberturas resistivas e relativamente estreitas Y215, para dentro do volume externo de ar Y408. A camada de tecido poroso Y209 localizada em grande parte na passagem de fluido, bem como as aberturas estreitas Y215, age como restritor de fluxo de fluidos. Será apreciado que qualquer uma ou mais desses elementos possa existir na passagem de fluido para prover uma via de fluxo restritiva a partir da cavidade frontal Y205 para o volume externo de ar Y408.

[001969] Preferencialmente, a passagem de fluido de vazamento de ar Y210 é distribuída dentro do corpo de diafragma e se estende ao longo de uma distância substancial. Por exemplo, a passagem de fluido de vazamento de ar Y210 se estende ao longo de uma distância maior do que uma distância mais curta através de uma face principal do corpo de diafragma, ou mais preferencialmente ao longo de uma distância maior do que 50% mais do que a distância mais curta através de uma face principal do corpo de diafragma, ou mais preferencialmente ao longo de uma distância maior do que o dobro da distância mais curta através de uma face principal do diafragma. Como mencionado anteriormente, as aberturas distribuídas radialmente Y210 preferencialmente também compreendem uma área de seção transversal que seja substancialmente maior em relação ao volume de ar na parte de cavidade frontal Y205b adjacente ao ouvido do usuário, *in situ*. Isso ajuda a atingir amortecimento mais completo de ressonâncias internas de ar mais distintas.

[001970] Nessa modalidade, as passagens de fluido Y215 compreendem uma largura reduzida na junção com a cavidade traseira Y206. A passagem de fluido Y210 também compreende um fluxo restringindo elemento na forma de uma malha de aço trançada de maneira fina Y209, por exemplo, configurada para permitir o fluxo de gases,

incluindo ar através da passagem, mas com um grau suficiente de resistência.

[001971] Preferencialmente, as passagens de fluido, incluindo a passagem através de elemento restritivo Y209 e da passagem através de abertura Y215, permitem coletivamente o fluxo de gases no entremeio para um grau suficiente que resulta em uma redução significativa na pressão de som dentro da cavidade de canal auricular durante operação. Uma redução significativa na pressão de som, por exemplo, pode resultar em uma redução de pelo menos 10%, ou mais preferencialmente pelo menos 25%, ou mais preferencialmente pelo menos 50% na pressão de som durante operação do dispositivo sobre uma faixa de frequência de 20Hz a 80Hz. Essa redução de som é relativa a um dispositivo de áudio similar que não compreende quaisquer passagens de fluido, tal que há vazamento insignificante na pressão de som gerada durante operação. A redução significativa na pressão de som é preferencialmente observada em pelo menos 50% do tempo que o dispositivo de áudio está instalado em um dispositivo de medição padrão. No entanto, outras reduções na pressão de som também são esperadas e a invenção não é destinada a ser limitada a esses exemplos.

[001972] Essa variação trata ressonâncias mecânicas indesejadas do transdutor, especialmente do diafragma e suspensão de diafragma, através do uso de uma periferia de diafragma substancialmente não suportada e outros aspectos de transdutor. A excursão de diafragma e a frequência de ressonância de diafragma fundamental também podem ser aprimoradas. Ressonâncias mecânicas do defletor/casco de ouvido e faixa de cabeça do headphone são tratadas pelo sistema de montagem de desacoplamento. As passagens de fluido resistivo tratam ressonâncias internas de ar da cavidade frontal Y205, da cavidade traseira Y206 e qualquer outra cavidade contida dentro ou pelo dispositivo e/ou a cabeça do usuário.

[001973] Controle de ressonâncias de ar é aprimorado por meio de amortecimento criado pelo vazamento de ar de passagem de fluido grande Y210, no caso de ressonâncias da cavidade frontal Y205 e cavidade traseira Y206 e passagens de fluido estreitas Y215, no caso de cavidade traseira Y206. A dispersão ampla da grande passagem de fluido Y210 através dos volumes de ambas as cavidades, frontal Y205 e traseira Y206, ajuda a atenuar uma faixa ampla dos vários modos de ressonância de ar interna de ambas as cavidades. Também, o controle de ressonância, bem como moderação de nível de graves pode ser feita relativamente consistente através de ouvintes/usuários diferentes e com diferente posicionamento de dispositivo.

[001974] Adicionalmente, as partes internas da almofada de ouvido Y109a que são voltadas para o interior do dispositivo são tanto deixadas descobertas ou ainda são cobertas em um tecido interno 109c que é poroso, tal que as ondas sonoras cercando o ouvido na cavidade Y205 sejam capazes de se propagar dentro da espuma porosa, onde sua energia pode ser dissipada devido ao movimento de ar através das aberturas finas dentro da espuma para ajudar a atenuar ressonâncias internas de ar da cavidade Y205.

[001975] Isso também significa que cavidade de ar Y205 é conectada para e, assim, estendida para comprometer o volume da almofada de ouvido porosa interna Y109a. Isso pode resultar em benefícios adicionais incluindo um aprimoramento em atenuação passiva de ruído ambiente, pelo fato de que a pressão de som que se move a partir de ar circundante Y408 para a cavidade de ar Y205, por exemplo, por meio de vazamentos de fluido entre almofada de ouvido Y109 e um ouvido do usuário Y403 em localizações Y407, ou ainda por meio de passagens de fluido Y215 e Y210, demorarão mais para preencher um volume maior Y205 que está conectado ao volume Y109a.

5.2.6 Modalidade G9

[001976] Em uma modalidade de um dispositivo de áudio pessoal, tal como um sistema de headphone compreendendo um par de dispositivos de interface, cada interface dispositivo incorpora um transdutor de áudio *as per* modalidade G9 descrita na seção 2.3 dessa especificação. O Sistema de headphone pode compreender a mesma construção ou uma similar às modalidades K, W ou Y, por exemplo, mas com o transdutor de áudio substituído por aquele da modalidade G9.

[001977] Em termos das propriedades mecânicas do transdutor:

- O diafragma de abordagem de projeto rígido espesso é compacto e provê extensão de frequência alta excelente;
- O fato de que a suspensão de diafragma é concentrada em molas ao invés de distribuída em torno de todo o perímetro significa que molas são relativamente robustas contra ressonância internas sem um sacrifício correspondente tanto em frequência de ressonância fundamental de diafragma como na excursão de diafragma; e
- Quando ressonâncias internas de suspensão estão eventualmente presentes, as molas têm área de superfície mínima e assim a distorção não irradia facilmente a um ouvinte.

5.2.7 Modalidade H

[001978] Figuras H3a e H3b mostram uma modalidade adicional da presente invenção sendo transdutores de áudio de agudos e graves implementados em cada lado de um aparelho de headphone circumaural de 2 vias compacto. Figura H3b mostra ambos os transdutores de áudio H301 e H302, na posição em frente ao ouvido direito com o resto do dispositivo de interface de headphone escolhido, e a Figura H3a mostra todo o dispositivo de interface de headphone.

[001979] Nessa modalidade, o transdutor de áudio de modalidade A foi implementado nos headphones. Será apreciado nas configurações alternativas que qualquer uma das outras modalidades de transdutor de

áudio descritas nesse documento podem ser incorporadas nos headphones.

[001980] Nessa modalidade, o ar na redondeza do ouvido não é vedada do ar exterior para aprimorara grave, e o invés dos dois alto-falantes serem montados em um pequeno defletor separando pressão de som “positiva” emanando diretamente em direção ao canal auricular da pressão de som “negativa” emanando para o exterior. A pressão de ar negative emanando a partir do lado do defletor voltado para longe do ouvido é capaz de expandir dentro de um volume de ar crescente na medida em que irradia para fora com um padrão de certa forma semi-hemisférico. Isso significa que há uma redução correspondente em pressão de som na medida em que a onda se propaga. Essa redução significa que pelo momento de pressão de som negativa viaja em torno do defletor e atinge o tímpano do ouvido, a pressão é suficientemente reduzida na medida em que não cancela com veemência a pressão de som “positiva” emanando do lado do defletor voltado para o ouvido, mesmo em frequências de graves baixas.

[001981] Uma resposta de graves relativamente alta é possível apesar da falta de uma vedação em torno do ouvido, devido à capacidade e excursão de volume de diafragma alta das modalidades da presente invenção. Por exemplo, na aplicação de um dispositivo de áudio pessoal, tal como um headphone, uma excursão de diafragma de aproximadamente 15-25 mm pico a pico pode ser atingida sem afetar significativamente o tamanho do dispositivo. Também, baixas frequências de ressonância fundamentais também são possíveis como previamente descritas em relação à modalidade A. A medição de gráfico waterfall do alto-falante é mostrada na figura H2a.

5.2.8 Implementações, modificações ou variações possíveis

Transdutor de áudio

[001982] Em cada uma das modalidades de dispositivo de áudio descritas nas seções 5.2.1-5.2.7, qualquer um ou mais transdutor de áudio pode ser substituído para qualquer um ou mais transdutor de áudio descrito nesse documento, incluindo os transdutores de áudio das modalidades A, B, D, E, G, S, T e U, por exemplo, ou qualquer outro transdutor de áudio projetado em conformidade com os aspectos descritos nessa especificação.

Sistema de montagem

[001983] As modalidades de dispositivo de áudio de baixa ressonância da presente invenção são úteis em aplicações de áudio de alta fidelidade. Áudio de alta fidelidade distribuído em grande proximidade a um ouvido do usuário é preferencialmente distribuído a partir de uma localização consistente e bem projetada, e por essa razão é vantajoso se o dispositivo de áudio compreende um sistema de montagem de interface de usuário, tal como as almofadas e plugues auriculares descritos nas modalidades acima, que dispõe o transdutor de áudio em ou perto de um ouvido do usuário ou ouvidos. Se o dispositivo de áudio é um aparelho de fone de ouvido, então, é mais preferível ainda que o sistema de montagem de interface localize o transdutor de áudio relativo a um canal auricular do usuário.

Múltiplos canais

[001984] Para reprodução de áudio de alta fidelidade, também é preferível que pelo menos dois ou mais canais de áudio sejam reproduzidos (estéreo ou multicanal) a fim de prover o ouvinte com um grau de informação espacial representando o áudio original. Esses canais devem ser preferencialmente reproduzidos independentemente, por meio de diferentes transdutores de áudio, no entanto, também há outras formas de reprodução de áudio onde os canais não são completamente independentes e, ainda, que proveem tal informação espacial. Por exemplo, 'conversa cruzada' pode ser introduzida entre canais em qualquer uma das modalidades descritas acima. Preferencialmente, no entanto, os

dispositivos de áudio de modalidades H, P, K, W, Y e X compreendem pelo menos dois transdutores de áudio diferentes que reproduzem diferentes (ainda que relacionados) materiais de áudio, e mais preferencialmente os canais são independentes. Por exemplo, o transdutor de áudio associado com cada ouvido pode reproduzir um canal diferente.

FRO e número de transdutores

[001985] Largura de banda suficiente é uma gratificação de reprodução de áudio de alta fidelidade. Preferencialmente, o dispositivo de áudio de qualquer uma das modalidades H3, H4, G9, P, K, W, Y e X compreende pelo menos um transdutor de áudio tendo um FRO que inclui a banda de frequência de 160 Hz a 6 kHz, ou mais preferencialmente incluindo a banda de frequência de 120 Hz a 8 kHz, ou mais preferencialmente incluindo a banda de frequência de 100 Hz a 10 kHz, ou ainda mais preferencialmente incluindo a banda de frequência de 80 Hz a 12 kHz, ou mais preferencialmente incluindo a banda de frequência de 60 Hz a 14 kHz.

[001986] Quando o sinal de áudio é reproduzido por múltiplos transdutores de áudio operando em diferentes larguras de banda, então, preferencialmente um cruzamento elétrico ou equivalente significa separar o sinal de áudio em sub-bandas a ser reproduzido pelos diferentes transdutores também é incorporado. Tal separação de áudio pode ser prejudicial à qualidade de reprodução de áudio, assim, preferencialmente o dispositivo de áudio compreende não mais do que três transdutores de áudio para cada ouvido coletivamente tendo um FRO que inclui a banda de frequência de 160 Hz a 6 kHz, ou mais preferencialmente incluindo a banda de frequência de 120 Hz a 8 kHz, ou mais preferencialmente incluindo a banda de frequência de 100 Hz a 10 kHz, ou ainda mais preferencialmente incluindo a banda de frequência de 80 Hz a 12 kHz, ou mais preferencialmente incluindo a banda de frequência de 60 Hz a 14 kHz. Mais preferencialmente, o dispositivo de áudio compreende não mais do que dois

transdutores de áudio para cada ouvido coletivamente tendo um FRO que inclui a banda de frequência de 160 Hz a 6 kHz, ou mais preferencialmente incluindo a banda de frequência de 120 Hz a 8 kHz, ou mais preferencialmente incluindo a banda de frequência de 100 Hz a 10 kHz, ou ainda mais preferencialmente incluindo a banda de frequência de 80 Hz a 12 kHz, ou mais preferencialmente incluindo a banda de frequência de 60 Hz a 14 kHz. Mais Preferencialmente, o dispositivo de áudio tem apenas um transdutor de áudio para cada ouvido.

[001987] Como notado acima, os dispositivos de áudio incorporando um conjunto de diafragma que é significativamente ou substancialmente livre de conexão física com um interior de um envoltório são bem adequados para atingir reprodução de áudio de alta qualidade ao longo de tais larguras de banda amplas.

[001988] Adicionalmente, para auxiliar a qualidade de reprodução de som, é preferível que o FRO é reproduzido sem uma queda mantida na pressão de som maior do que 20 dB, ou mais preferencialmente maior do que 14 dB, ou mesmo mais preferencialmente maior do que 10 dB, ou mais preferencialmente maior do que 6 dB, relativo à referência de 'Campo Difuso' sugerida por Hammershoi e Moller em 2008, além da faixa de frequência de 2-4 kHz onde muitos dispositivos de áudio pessoais têm saída relativamente reduzida em comparação com essa referência.

[001989] Também é preferencial que a largura de banda de frequência operacional é reproduzida sem uma queda em pressão de som nas extremidades da largura de banda que é maior do que 20 dB, ou mais preferencialmente maior do que 14 dB, ou ainda mais preferencialmente maior do que 10 dB, ou ainda mais preferencialmente maior do que 6 dB, relativo à referência de 'Campo Difuso' sugerida por Hammershoi e Moller em 2008.

[001990] Será apreciado que quando o dispositivo de áudio compreende múltiplos transdutores de áudio, preferencialmente pelo menos

um transdutor, e mais preferencialmente todos os transdutores é/são iguais ou similares àqueles descritos em relação aos dispositivos de áudio das modalidades H3, H4, G9, K, P, W, Y e X. Outros transdutores de áudio descritos nesse documento podem ser usados de maneira alternativa ou adicional, incluindo, por exemplo, qualquer um ou mais dos transdutores de áudio das modalidades A, B, E, D, G, S, T e U. Em outras palavras, qualquer um dos dispositivos de áudio descritos nas modalidades acima pode compreender qualquer outro tipo de transdutor de áudio incorporado nele, em uma configuração por ouvido de múltiplos transdutores.

Variações não vedantes

[001991] Nas modalidades acima descritas das seções 5.2.2-5.2.7, os dispositivos de áudio são projetados para vedar substancialmente em ou em torno do ouvido do usuário ou ouvidos *in situ*. Em algumas variações dessas modalidades, por exemplo, nos casos das modalidades mostradas nas figuras H3 e H4, os dispositivos de áudio são projetados tal que eles não vedem substancialmente em ou em torno do ouvido do usuário ou ouvidos *in situ*. Projetos que não vedam substancialmente são menos propensos a alterar as características de ressonância e/ou acústicas do ouvido. Também, projetos não vedantes podem ser mais confortáveis ao usuário. Isso é particularmente válido para aplicações de fone de ouvido, onde a interface é configurada para residir dentro ou diretamente adjacente ao canal auricular, tal como dispositivos de áudio das modalidades P e X.

[001992] Com projetos não vedantes, de maneira geral, há uma exigência aumentada por excursão de diafragma e frequência de ressonância fundamental baixa que é atingida pelas configurações dos dispositivos de áudio descritos acima.

[001993] Os dispositivos de áudio podem, portanto, compreender de maneira alternativa uma vedação parcial entre ar contido dentro do canal auricular e ar fora do canal auricular em uso, e que não proveem uma vedação substancialmente contínua em torno da periferia da abertura da

parte externa do ouvido do usuário, cabeça ou canal auricular *in situ*. Por exemplo, a interface pode não transmitir uma pressão substancialmente contínua contra a periferia da abertura do canal auricular do ouvido, ou parte externa do ouvido ou cabeça *in situ*.

[001994] O grau de vedação é preferencialmente não tão pequeno que a resposta de graves é insuficiente. Por exemplo, pelo menos uma interface do dispositivo pode parcialmente vedar *in situ* tal que atenuação passiva de som ambiente em 70 Hertz que é menor do que 1 decibel (dB), ou menor do que 2 dB, ou menor do que 3dB ou menor do que 6 dB. De maneira alternativa ou em adição, a pelo menos uma interface pode vedar parcialmente *in situ* a um grau que causa atenuação passiva de som ambiente em 120 Hertz que é menor do que 1 decibel (dB), ou menor do que 2dB, ou menor do que 3dB ou menor do que 6dB. De maneira alternativa ou em adição, pelo menos uma interface pode vedar parcialmente *in situ* a um grau que causa atenuação passiva de som ambiente em 400 Hertz que é menor do que 1 decibel (dB), ou menor do que 2 dB, ou menor do que 3 dB ou menor do que 6 dB.

Periferia livre de variação

[001995] Nos dispositivos de áudio pessoais das modalidades H3, H4, X, W e K descritos acima, os transdutores de áudio de ação rotacional compreendem um conjunto de diafragma que é livre de conexão física na periferia com um envoltório ou invólucro. Uma variação nessa configuração que pode ser incorporado em cada uma dessas modalidades é um transdutor de áudio tendo um conjunto de diafragma que é suspenso em relação ao suporte por meio de uma suspensão do tipo convencional (tal como uma aranha flexível ou outro suporte similar) fixado na periferia de conjunto de diafragma, mas que não é conectado a uma região terminal do corpo de diafragma onde deslocamentos do corpo de diafragma são máximos na medida em que o diafragma oscila durante operação. O comprimento da região terminal pode ainda ser, por exemplo, pelo menos

20% do comprimento total combinado da periferia externa do conjunto de diafragma (ou pode ser menos em algumas implementações).

[001996] Embora limite a excursão de diafragma de alguma maneira e frequência de ressonância fundamental, a suspensão convencional pode aprimorar o grau de vedação a fim de aumentar resposta de graves.

[001997] O fato que a suspensão está faltante da região de borda terminal que sofre deslocamento máximo permite algum grau de vazamento de ar que provê resposta de graves ótima para a configuração em particular. Preferencialmente, o envoltório convencional está apenas presente em um comprimento mínimo absoluto da periferia de diafragma sujeita a provisão de resposta de graves suficiente, com suspensão de envoltório sendo fixada nas regiões de periferia do conjunto de diafragma que move o último durante operação.

[001998] O fato de que a suspensão está faltante a partir de uma porção da periferia que se move, e especialmente a partir da porção que sofre deslocamento máximo, permite um aumento na espessura da suspensão remanescente localizada na periferia, que por sua vez permite um aprimoramento nos outros elementos de compromisso de três vias da excursão de diafragma e ressonâncias de envoltório.

Implementação de Telefone Celular

[001999] As modalidades de dispositivo de áudio pessoais acima descritas podem ser implementadas em um telefone móvel ou outro dispositivo do tipo assistente digital pessoal.

[002000] Nesse tipo de implementação, a capacidade de largura de banda estendida na região de graves providas pelas configurações de transdutor de áudio também significa que o mesmo transdutor de áudio pode ser capaz de ser usado para outras funções de dispositivo além da reprodução de áudio, por exemplo, para alerta de vibração.

6. Projeto de estrutura de base de transdutor preferencial

[002001] Em cada uma das modalidades de transdutor de áudio descritas nesse relatório descritivo, a fim de que elas provejam desempenho de armazenamento de energia relativamente baixo, a estrutura de base de transdutor sendo o componente ou conjunto a partir do qual o conjunto de diafragma é suportado e excitado, preferencialmente o próprio tem poucos modos de ressonância, ou mais preferencialmente nenhum modo de ressonância, dentro do FRO do transdutor.

[002002] A estrutura de base de transdutor é preferencialmente construída a partir de materiais rígidos que têm uma geometria relativamente compacta e condensada, significando que nenhuma dimensão é significativamente maior do qualquer outra dimensão da estrutura. Geometrias estreitas são mais compactas, no entanto, elas também são mais propensas à ressonância, assim, elas não são preferenciais para as modalidades dessa invenção, embora não excluídas do escopo da invenção.

[002003] Se a estrutura de base de transdutor está rigidamente acoplada a outros componentes, por exemplo, um defletor, invólucro, alojamento ou qualquer outro envoltório, então, preferencialmente toda a estrutura (aqui referida como o “conjunto de estrutura de base de transdutor”) também deve ser construída a partir de materiais rígidos e têm uma geometria compacta e condensada.

[002004] Também é preferencial que, na medida do possível, o conjunto de estrutura de base não obstrui o fluxo de ar em ambos os lados do diafragma e não contribui para contenção de um volume de ar que pode, por sua vez, resultar em um modo de ressonância de ar.

[002005] A estrutura de base de transdutor preferencialmente também tem uma massa alta em comparação com o conjunto de diafragma, de modo que o deslocamento de diafragma é grande em comparação com aquele da estrutura de base de transdutor. Preferencialmente, a massa da estrutura de base de transdutor é maior do que 10 vezes, ou mais

preferencialmente maior do que 20 vezes a massa do conjunto de diafragma.

[002006] Preferencialmente, pelo menos um componente estrutural chave do conjunto de estrutura de base, além de quaisquer ímãs, é feito de um material tendo módulo específico alto, por exemplo, a partir de um metal, tal como, mas não limitado a, alumínio ou magnésio, ou de uma cerâmica tal como vidro, a fim de minimizar susceptibilidade à ressonância.

[002007] Os componentes cujo conjunto de estrutura de base é compreendido podem ser conectados juntamente por um agente de adesão, tal como epóxi ou por soldagem, ou por fixação usando fixadores, ou por um número de outros métodos. A soldagem e a soldadura proveem uma conexão forte e rígida ao longo de uma área ampla e, assim, é preferencial, particularmente se as geometrias forem mais estreitas e, portanto, propensas à ressonância.

[002008] Figura A1, por exemplo, mostra uma modalidade de transdutor de áudio, referido nesse documento como modalidade A, tendo um conjunto de diafragma de compósito de peso leve e relativamente rígido A101 acoplado de maneira rotativa a uma estrutura de base de transdutor rígida A115.

[002009] A estrutura de base de transdutor A115 compreende um ímã permanente A102, peças polares A103 e A104, uma barra de contato A105 e pinos de desacoplamento A107 e A108. Todas as partes da estrutura de base de transdutor A115 podem ser conectadas usando um agente adesivo, por exemplo, adesivo epóxi ou de maneira alternativa por meio de qualquer mecanismo de acoplamento rígido, tal como por meio de soldagem, conexão e/ou fixadores.

[002010] A estrutura de base de transdutor A115 é projetada para ser rígida de modo que quaisquer modos ressonantes que ela tenha, preferencialmente ocorram fora da FRO do transdutor. A geometria compacta e condensada espessa da estrutura de base de transdutor A115

provê essa modalidade com uma vantagem sobre os transdutores convencionais com uma estrutura de base de transdutor consistindo em uma cesta fixada a um imã e peças polares.

[002011] Em um transdutor de áudio convencional, tal como o um mostrado nas Figuras J1d e J1e, a cesta J113 deve ligar a massa relativamente pesada do imã J116, peça polar de topo J118 e junta T J117 à parte da cesta que suporta a suspensão de diafragma flexível - o envoltório J105. A geometria do transdutor é restringida pelo fato de que o envoltório deve ser localizado em uma distância significativa longe do imã J116 e aranha J119. Isso torna difícil prover uma geometria compacta e condensada da estrutura de base de transdutor, para um dado tamanho do cone de diafragma J101. A geometria não compacta não condensada espessa e a localização de projetos de cesta convencionais tornam-os propensos à ressonância.

[002012] Envoltórios convencionais frequentemente também contêm um ou mais bolsos de ar entre o diafragma e o invólucro ou defletor, assim, criando modos de ressonância de ar.

[002013] As estruturas de base iguais ou similares ou conjuntos de estrutura de base são utilizadas nas outras modalidades de transdutor de áudio dessa invenção.

7. Mecanismo de transdução

[002014] Em cada uma das modalidades do transdutor de áudio descritas nessa especificação, o transdutor de áudio incorpora um mecanismo de transdução. No caso da implementação eletroacústica preferencial (por exemplo, alto-falante), o mecanismo de transdução associado de cada modalidade é configurada para receber um sinal de áudio elétrico e por ação de um componente de transferência de força aplica uma força de ação de excitação no conjunto de diafragma em resposta ao sinal. Durante operação, uma força de reação associada é tipicamente também exibida pela estrutura de base de transdutor

associada. No caso da implementação eletroacústica alternativa (por exemplo, microfone), o mecanismo de transdução de cada modalidade é configurada para receber uma força gerada pelo conjunto de diafragma se movendo em resposta às ondas sonoras e, por ação do componente de transferência de força, o movimento é coberto em um sinal de áudio elétrico.

[002015] O mecanismo de transdução, assim, compreende um componente de transferência de força. Mais Preferencialmente, essa parte do transdutor é rigidamente conectada à estrutura de diafragma ou conjunto, uma vez que essa configuração tende a ser mais ótimo para criação de um sistema de único grau de liberdade mais precisamente, assim, minimizando modos de ressonância indesejados.

[002016] De maneira alternativa, o componente de transferência de força é rigidamente conectado ao diafragma por meio de um ou mais componentes intermediários, e o componente de transferência de força está em grande proximidade ao corpo de diafragma ou estrutura a fim de aprimorar a rigidez da estrutura combinada e de modo que modos de ressonância adversos associados com aqueles acoplamentos são empurrados mais altos em frequência. Preferencialmente, a distância entre o componente de transferência de força e a estrutura de diafragma ou corpo em qualquer uma das modalidades mencionadas acima é menor do que 75% da dimensão máxima de uma face principal (tal como o comprimento, mas poderia alternativamente ser a largura) da estrutura de diafragma ou corpo. Mais Preferencialmente, a distância é menor do que 50%, ainda mais preferencialmente menor do que 35% ou ainda mais preferencialmente menor do que 25% da dimensão máxima do corpo de diafragma ou estrutura.

[002017] Preferencialmente, a estrutura de conexão tem um módulo de Young maior do que 8 GPa, ou mais preferencialmente mais alto

do que aproximadamente 20GPa, novamente, para ajudar a assegurar a rigidez da estrutura.

[002018] Os mecanismos de excitação eletromagnéticos compreendendo uma estrutura que gera campo magnético e uma bobina ou elemento eletricamente condutivo são altamente lineares. Eles são, portanto, uma forma preferencial de mecanismo de excitação/transdução para ser usado com cada uma das modalidades descritas acima da presente invenção. Eles proveem uma vantagem quando usado em combinação com aspectos de controle de ressonância da presente invenção, sendo que a qualidade de reprodução de áudio é maximizada por meio de um motor linear combinado com uma estrutura substancialmente livre de ressonância. Preferencialmente, a bobina é fixada no lado de diafragma, uma vez que bobinas podem ser feitas para serem leves e, assim, menos prejudiciais às ressonâncias de ruptura de diafragma. Os motores com base em ímã e bobina também proveem manuseio de energia alta e eles podem ser feitos para serem robustos.

[002019] Outros mecanismos de excitação podem funcionar bem, dependendo da aplicação, por exemplo, um mecanismo de transdução piezoelétrico ou um magnetoestritivo e esses poderiam ser incorporados de maneira alternativa em qualquer uma das modalidades da presente invenção. Motores piezoelétricos podem ser eficazes quando usados em combinação com sistemas de dobradiça e/ou aspectos de diafragma rígidos puros, de acordo com a presente invenção, por exemplo. Em transdutor de ação rotacional, tal como aqueles descritos em relação às modalidades A, B, D, E, K, S, T, W e X, tais mecanismos de transdução podem ser localizados perto do eixo de rotação onde a desvantagem de excursão baixa comum de dispositivos piezoelétricos é mitigada pelo fato de que uma pequena excursão perto da base causa uma grande excursão em direção à periferia distal de diafragma ou ponta. Adicionalmente, motores piezoelétricos podem ser livres de ressonância de maneira inerente em um

grau alto e leves, o que significa que a carga foi reduzida no diafragma que pode acentuar de outra maneira os modos de ressonância de diafragma.

8. Aplicações de transdutor de áudio

[002020] As modalidades de transdutor de áudio descritas nesse relatório descritivo podem ser configuradas para implementação em uma grande variedade de dispositivos de áudio. Alguns exemplos foram dados na seção 5, por exemplo, de implementação de transdutores de áudio da invenção nos dispositivos de áudio pessoais. Enquanto essa pode ser uma modalidade preferencial em relação a algumas das modalidades da invenção, ela não é a única implementação e muitas outras são também aplicáveis.

[002021] Cada uma das modalidades de transdutor de áudio pode ser escalada a um tamanho que desempenha a função desejada. Por exemplo, as modalidades de transdutor de áudio da Invenção podem ser incorporadas em qualquer um dos seguintes dispositivos de áudio, sem se afastar do escopo da invenção:

- Dispositivos de áudio pessoais incluindo headphones, fones de ouvido, auxiliares de audição, telefones móveis, assistentes digitais pessoais e o similar;
- Dispositivos de computação incluindo computadores desktop pessoais, computadores laptop, tablets e o similar;
- Os dispositivos de interface de computador incluindo monitores de computador, alto-falantes e similares;
- Dispositivos de áudio caseiros, incluindo alto-falantes de chão, alto-falantes de televisão e os similares;
- Sistemas de áudio de carro; e
- Dispositivos de áudio de outras especialidades.

[002022] Além disso, a faixa de frequência do transdutor de áudio pode ser manipulada em conformidade com um dado projeto para atingir os resultados desejados. Por exemplo, um transdutor de áudio de qualquer

uma das modalidades acima pode ser usado como um alto-falante de graves, um alto-falante de agudos-médios, um tweeter ou um alto-falante de faixa completa dependendo da aplicação desejada.

[002023] Um breve exemplo de como o transdutor de áudio de modalidade A pode ser configurado para várias aplicações será dado abaixo, no entanto, como será entendido por aqueles versados na técnica, isso não é destinado a ser limitante e muitas outras configurações possíveis, aplicações e implementações são previstos para essa modalidade bem como outra modalidade descrita nesse documento.

[002024] Em uma implementação, o transdutor de áudio da modalidade A, por exemplo, pode ter um comprimento de corpo de diafragma de aproximadamente 15 mm, por exemplo, e projetado para reproduzir frequências de agudos e faixa média, de 300 Hz a 20 kHz, no headphone de duas maneiras ilustrado na Figura H3b (transdutor de áudio de alto-falante H301). O mesmo transdutor também poderia ser implementado como um transdutor de áudio de alto-falante de agudos e faixa media para um alto-falante de chão caseiro, por exemplo, reproduzindo a banda de frequências entre 700 Hz e acima, ou, também poderia ser otimizado para atuar como um alto-falante de faixa completa em um headphone de 1 maneira.

[002025] O transdutor de áudio da modalidade A pode ser escalada no tamanho para encaixar uma variedade de aplicações. Por exemplo, a Figura H3b mostra um transdutor de áudio de alto-falante de graves H302, que é um transdutor de áudio de modalidade A aumentado (em todas as dimensões) com relação ao alto-falante de faixa média e de agudos H301. O transdutor de áudio aumentado pode ter um comprimento de diafragma de cerca de 32 mm, por exemplo. Em tal caso, o transdutor H302 pode ser capaz de mover mais ar com uma frequência fundamental inferior de cerca de 40 Hz. O transdutor H302 pode ser adequado para reproduzir frequências até cerca de 4000 Hz. Esse alto-falante também

seria adequado para um alto-falante de faixa média de um alto-falante de chão caseiro, por exemplo, reproduzindo a banda de frequências entre 100 Hz e 4000 Hz. Adicionalmente, o escalamento aproximado (de todas as dimensões) a um comprimento de diafragma de aproximadamente 200 mm, por exemplo, poderia resultar em um alto-falante com largura de banda de ressonância substancialmente livre de 20 Hz a cerca de 1000 Hz, ou mais alto em alguns casos, com alta capacidade de excursão de volume. Essa configuração seria adequada para um subwoofer para um cavalete de chão de áudio caseiro, por exemplo.

[002026] Se as dimensões de alto-falante forem escaladas para baixo tal que o comprimento de diafragma do transdutor de áudio de modalidade A foi de cerca de 8 mm, por exemplo, o transdutor pode ser implementado em um fone de ouvido de origem de 1 maneira similar aquele ilustrado na Figura H4.

[002027] Com referência à figura Z1, ainda outra implementação do transdutor de áudio de modalidade A, pode ser um sistema de alto-falante Z100 que pode ser uma unidade de alto-falante de computador pessoal, por exemplo. Nessa modalidade de dispositivo de áudio, dois ou mais transdutores de áudio são incorporados no mesmo invólucro Z104. Uma primeira versão relativamente menor do transdutor de modalidade A Z101 é provido como um alto-falante de agudos e um segundo transdutor de áudio relativamente maior Z102 é provido como um alto-falante de graves e faixa média. Ambas as unidades podem ser desacopladas a partir do invólucro por meio de um sistema de desacoplamento como descrito na seção 4.2 dessa especificação. O invólucro Z104 pode compreender uma pluralidade de borracha ou outro pé substancialmente macio Z105 distribuído em torno da base do invólucro para desacoplar adicionalmente a partir da superfície de suporte Z106.

[002028] Em uma configuração alternativa do dispositivo de áudio de modalidade Z, o transdutor maior Z102 não é desacoplado, e é

conectado de maneira compreensiva e rígida ao invólucro Z104. Isso pode ser feito por meio de qualquer método adequado como discutido na especificação incluindo, por exemplo, por meio de adesivo em um ou mais (preferencialmente múltiplos) lados da estrutura de base de transdutor mais pesada. Adicionalmente, a parede de invólucro Z104 é feita de um material suficientemente grosso e rígido, tal como, por exemplo, um material metálico (por exemplo, alumínio ou similar) com uma espessura de parede suficientemente grande maior do que 5 mm ou maior do que 8 mm, por exemplo. Essa seria uma construção excepcionalmente pesada e rígida. O pé macio provê um sistema de montagem de desacoplamento entre o invólucro e a superfície de suporte. Também, um segundo sistema de desacoplamento associado com o menor alto-falante Z101 é provido como descrito para modalidade A e pode estar localizado entre o alto-falante e o invólucro Z104. Esses sistemas de desacoplamento em combinação com os alto-falantes do tipo periferia livre Z101 e Z102 significam que o transdutor montado de maneira mais rígida maior combina com o invólucro relativamente compacto do alto-falante menor para formar um sistema de ressonância substancialmente baixa única, que é isolado de outros sistemas propensos à ressonância (por exemplo, o móvel sobre o qual o alto-falante pode se assentar) perto da unidade. Esse sistema também é isolado de outros sistemas que são propensos a vibração (nesse caso, o alto-falante menor) por meio de outros sistemas de desacoplamento do alto-falante.

[002029] A montagem de isolamento de vibração (ou seja, o pé) poderia compreender, por exemplo, borracha complacente ou almofadas de montagem de silicone anexadas abaixo, molas de metal flexível, um braço flexível, etc.

[002030] O acima provê exemplos da versatilidade das modalidades da invenção, e seria prontamente aparente por aqueles versados na técnica que outras implementações são possíveis para

modalidade A, ou qualquer outra modalidade de transdutor de áudio tanto descrita nessa especificação como derivada da descrição provida em anexo.

[002031] A descrição precedente da invenção inclui transdutor de áudio de modalidades preferenciais e modalidades de dispositivo de áudio. A descrição também inclui várias modalidades, exemplos e princípios de projeto e construção de outros sistemas, conjuntos, estruturas, dispositivos, métodos e mecanismos relacionados aos transdutores de áudio. Muitas modificações para as modalidades de transdutor de áudio e para os outros sistemas relacionados, conjuntos, estruturas, dispositivos, métodos e mecanismos divulgados nesse documento põem ser feitos, como seria aparente para aqueles versados na técnica relevante, sem se afastar do espírito e escopo da invenção como definido pelas reivindicações anexas.

REIVINDICAÇÕES

1. Diafragma de transdutor de áudio, compreendendo:

um corpo do diafragma (A208) tendo um material de núcleo um par de faces principais (A214, A215) se opondo, o corpo do diafragma (A208) é substancialmente grosso pelo menos em uma região de um centro de massa (A218) do diafragma (A1300) ou adjacente a ela,

um reforço de estresse normal (A206, A207) acoplado ao corpo (A208), o reforço de estresse normal (A206, A206) estando acoplado adjacente ao par das ditas faces principais (A214, A215) opostas para resistir a estresses de compressão-tensão sofridos em ou adjacentes às faces principais do corpo do diafragma (A208) durante a operação, e

pelo menos um membro de reforço interno (A209) incorporado dentro do corpo do diafragma (A208) e orientado em um ângulo em relação a pelo menos uma de ditas faces principais (A214, A215) para resistir a deformação por cisalhamento sofrida pelo corpo do diafragma (A208) durante a operação, **caracterizado** pelo fato de que pelo menos um membro de reforço interno (A209) é separado do material de núcleo do corpo do diafragma (A208), e um dos dois lados opostos de cada membro de reforço interno (A209) se estende adjacente ao reforço de estresse normal (A206, A207) e a uma respectiva face do par de faces principais opostas (A214, A215).

2. Diafragma de transdutor de áudio, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelo fato de cada membro de reforço interno (A209) é incorporado inteiramente dentro e entre o par de faces principais opostas (A214, A215).

3. Diafragma de transdutor de áudio, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado** pelo fato de que o diafragma (A1300) compreende uma massa relativamente menor, por unidade de área de uma face principal (A214, A215) do corpo de diafragma (A208), em uma ou mais regiões periféricas do diafragma (A1300) distalmente de uma região de

centro de massa (A218) em relação à massa por unidade de área em ou adjacente a região de centro de massa (A218)

4. Diafragma de transdutor de áudio, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 3, **caracterizado** pelo fato de que o diafragma (A1300) compreende uma massa inferior numa extremidade (A1300a) do diafragma em relação a uma extremidade oposta (A1300b) do diafragma (A1300).

5. Diafragma de transdutor de áudio, de acordo com a reivindicação 3, **caracterizado** pelo fato de que o reforço de tensão normal (A206, A207) compreende uma massa inferior em uma ou mais regiões periféricas do diafragma (A1300) relativamente a uma massa do reforço de tensão normal em ou adjacente ao centro da região de massa (A218).

6. Diafragma de transdutor de áudio, de acordo com a reivindicação 3 ou 5, **caracterizado** pelo fato de que o corpo de diafragma (A208) compreende uma massa inferior em uma ou mais regiões periféricas do diafragma (A1300) em relação a uma massa de corpo do diafragma (A208) em ou adjacente ao centro da região de massa (A218).

7. Diafragma de transdutor de áudio, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 6, **caracterizado** pelo fato de que o reforço de tensão normal (A206, A207) compreende uma placa de reforço de tensão normal acoplada em ou adjacente a pelo menos uma face principal (A214, A215) do diafragma (A1300).

8. Diafragma de transdutor de áudio, de acordo com a reivindicação 7, **caracterizado** pelo fato de que cada placa de reforço de tensão normal compreende uma espessura inferior em uma ou mais regiões periféricas do diafragma (A1300) distal de um centro de região de massa (A218) do diafragma (A1300), relativamente a uma espessura da placa de reforço em ou adjacente ao centro de região de massa (A218).

9. Diafragma de transdutor de áudio, de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 ou 8, **caracterizado** pelo fato de que cada placa de reforço de tensão normal (A901) é constituída por uma placa sólida.

10. Diafragma de transdutor de áudio, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado** pelo fato de que cada placa de reforço de tensão normal (A901) compreende um ou mais recessos (A902) em uma ou mais regiões periféricas do diafragma (A1300) distal de um centro de região de massa (A218) do diafragma (A1300).

11. Diafragma de transdutor de áudio, de acordo com a reivindicação 10, **caracterizado** pelo fato de que o um ou mais recessos (A902) constituem coletivamente pelo menos 10% de uma superfície total da respectiva face principal (A214, A215).

12. Diafragma de transdutor de áudio, de acordo com a reivindicação 9, **caracterizado** pelo fato de que cada placa (A901) é uma folha de alumínio.

13. Diafragma de transdutor de áudio, de acordo com qualquer uma das reivindicações 7 ou 8, **caracterizado** pelo fato de que cada placa de reforço de tensão normal compreende uma pluralidade de escoras alongadas (A206, A207).

14. Diafragma de transdutor de áudio, de acordo com a reivindicação 13, **caracterizado** pelo fato de que a pluralidade de escoras (A206, A207) está interligada.

15. Transdutor de áudio, de acordo com qualquer uma das reivindicações 13 ou 14, **caracterizado** pelo fato de que cada placa de reforço de tensão normal compreende uma pluralidade de escoras espaçadas (A206) que se estendem longitudinalmente ao longo da face principal correspondente (A214, A215).

16. Transdutor de áudio, de acordo com a reivindicação 15, **caracterizado** pelo fato de que cada placa de reforço de tensão normal

compreende uma ou mais escoras (A207) que se estendem num ângulo relativo às escoras que se estendem longitudinalmente (A206).

17. Diafragma de transdutor de áudio, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 13 a 16, **caracterizado** pelo fato de que as escoras (A206, A207) compreendem uma espessura e/ou largura inferior em uma ou mais regiões periféricas do diafragma (1300) distal de um centro da região de massa (A218) do diafragma (A1300), relativamente a uma espessura e/ou largura das escoras (A206, A207) no centro da região de massa (A218).

18. Diafragma de transdutor de áudio, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 7 a 17, **caracterizado** pelo fato de que cada placa é distribuída ao longo de uma porção substancial de um comprimento (A211), e através de uma porção substancial de uma largura (A219), da respectiva face principal (A214, A215).

19. Diafragma de transdutor de áudio, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 7 a 18, **caracterizado** pelo fato de que cada placa é formada a partir de um material anisotrópico.

20. Diafragma de transdutor de áudio, de acordo com a reivindicação 19, **caracterizado** pelo fato de que cada placa compreende uma maior rigidez nas direções que se estendem de um centro de região de massa (A218) do diafragma para uma ou mais regiões periféricas, distal do centro de região de massa (A218), relativamente a uma rigidez através de outras direções.

21. Diafragma de transdutor de áudio, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 13 a 17, **caracterizado** pelo fato de que a pluralidade de escoras (A206, A207) é formada a partir de um material anisotrópico constituído por um composto de fibra, em que as fibras são colocadas numa orientação unidirecional através de cada escora (A206, A207), e em que as fibras são colocadas na mesma orientação que um eixo longitudinal da escora associada (A206, A207).

22. Diafragma de transdutor de áudio, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 21, **caracterizado** pelo fato de que o corpo do diafragma (A208) compreende uma grossura máxima (A212) que é, pelo menos, cerca de 15% de um comprimento (A221) do corpo do diafragma (A208).

23. Diafragma de transdutor de áudio, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 22, **caracterizado** pelo fato de que em que o corpo do diafragma (A208) compreende uma espessura máxima (A212) que é pelo menos cerca de 11% de um comprimento máximo (A220) do corpo (A208).

24. Diafragma de transdutor de áudio, de acordo com a reivindicação 23, **caracterizado** pelo fato de que a espessura máxima (A212) é de pelo menos cerca de 14% do comprimento máximo (A220).

25. Diafragma de transdutor de áudio, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 24, **caracterizado** pelo fato de que cada membro de reforço interno (A209) estende-se dentro do corpo do diafragma (A208) numa direção ortogonal a um plano coronal (A213) do corpo do diafragma (A208), ou que é paralelo a um eixo longitudinal do corpo (A208), ou ambos.

26. Diafragma de transdutor de áudio, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 25, **caracterizado** pelo fato de que cada membro de reforço interno (A209) se estende de um centro de região de massa (A218) do diafragma (A1300) para uma ou mais regiões periféricas mais distais do centro de região de massa (A218).

27. Diafragma de transdutor de áudio, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 26, **caracterizado** pelo fato de que cada membro de reforço interno (A209) estende-se dentro do corpo do diafragma (A208) num ângulo relativo a pelo menos uma das faces principais (A214, A215) suficiente para resistir à deformação por cisalhamento em uso.

28. Diafragma de transdutor de áudio, de acordo com a reivindicação 27, **caracterizado** pelo fato de que cada membro de reforço interno (A209) está embutido dentro e entre um par de faces principais

opostas (A214, A215) do corpo do diafragma (A208) e estende-se ortogonalmente ao par de faces principais opostas (A214, A215).

29. Diafragma de transdutor de áudio, de acordo com a reivindicação 25, **caracterizado** pelo fato de que compreende uma pluralidade de membros de reforço interior (A209) espaçados por uma largura do corpo do diafragma (A208).

30. Diafragma de transdutor de áudio, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 29, **caracterizado** pelo fato de que cada membro de reforço interior (A209) é formado a partir de um material com um módulo específico de pelo menos 8 MPa/(Kg/m³).

31. Diafragma de transdutor de áudio, de acordo com a reivindicação 30, **caracterizado** pelo fato de que cada membro de reforço interior (A209) é formado a partir de um material com um módulo específico de pelo menos 20 MPa/(Kg/m³).

32. Diafragma de transdutor de áudio, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 31, **caracterizado** pelo fato de que cada membro de reforço interior (A209) é formado a partir de um material de alumínio ou de um material plástico reforçado com fibra de carbono.

33. Diafragma de transdutor de áudio, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 32, **caracterizado** pelo fato de que o corpo do diafragma (A208) em isolamento do reforço exterior (A206, A207) e pelo menos um membro do reforço (A209) tem uma densidade inferior a 100kg/m³.

34. Diafragma de transdutor de áudio, de acordo com a reivindicação 33, **caracterizado** pelo fato de que a densidade é inferior a 20kg/m³.

35. Diafragma de transdutor de áudio, de acordo com qualquer uma das reivindicações 33 ou 34, **caracterizado** pelo fato de que o corpo do diafragma (A208) é constituído por um material de espuma de poliestireno.

36. Diafragma de transdutor de áudio, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 35, **caracterizado** pelo fato de que cada face principal (A214, A215) do corpo do diafragma (A208) é plana ou lisa.

37. Diafragma de transdutor de áudio, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 36, **caracterizado** pelo fato de que o corpo do diafragma (A208) tem a formato de cunha, consistindo numa espessura afunilada de uma extremidade a uma extremidade oposta.

38. Diafragma de transdutor de áudio, de acordo com a reivindicação 37, **caracterizado** pelo fato de que o reforço de tensão normal (A206, A207) compreende um par de placas angulares ligadas a uma aresta, cada placa estendendo-se ao longo da respectiva face principal (A214, A215) do corpo do diafragma (A208) e a aresta localizada adjacente a uma extremidade relativamente fina do corpo do diafragma (A208) em formato de cunha.

39. Diafragma de transdutor de áudio, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 36, **caracterizado** pelo fato de que cada reforço interior (A209) está rigidamente acoplado ao corpo do diafragma (A208).

40. Diafragma de transdutor de áudio, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 39, **caracterizado** por compreendendo ainda uma estrutura de base de diafragma com um componente de transferência de força do mecanismo de transdução anexado ao mesmo.

41. Diafragma de transdutor de áudio, de acordo com a reivindicação 39, **caracterizado**, em que cada membro de reforço interno é rigidamente conectado à estrutura da base do diafragma.

42. Transdutor de áudio (A100), **caracterizado** pelo fato de que compreende um diafragma conforme qualquer uma das reivindicações anteriores e um mecanismo de transdução (A109, A103, A104, A105) operativamente acoplado ao diafragma (A1300) e operativo em associação com o movimento do diafragma (A1300).

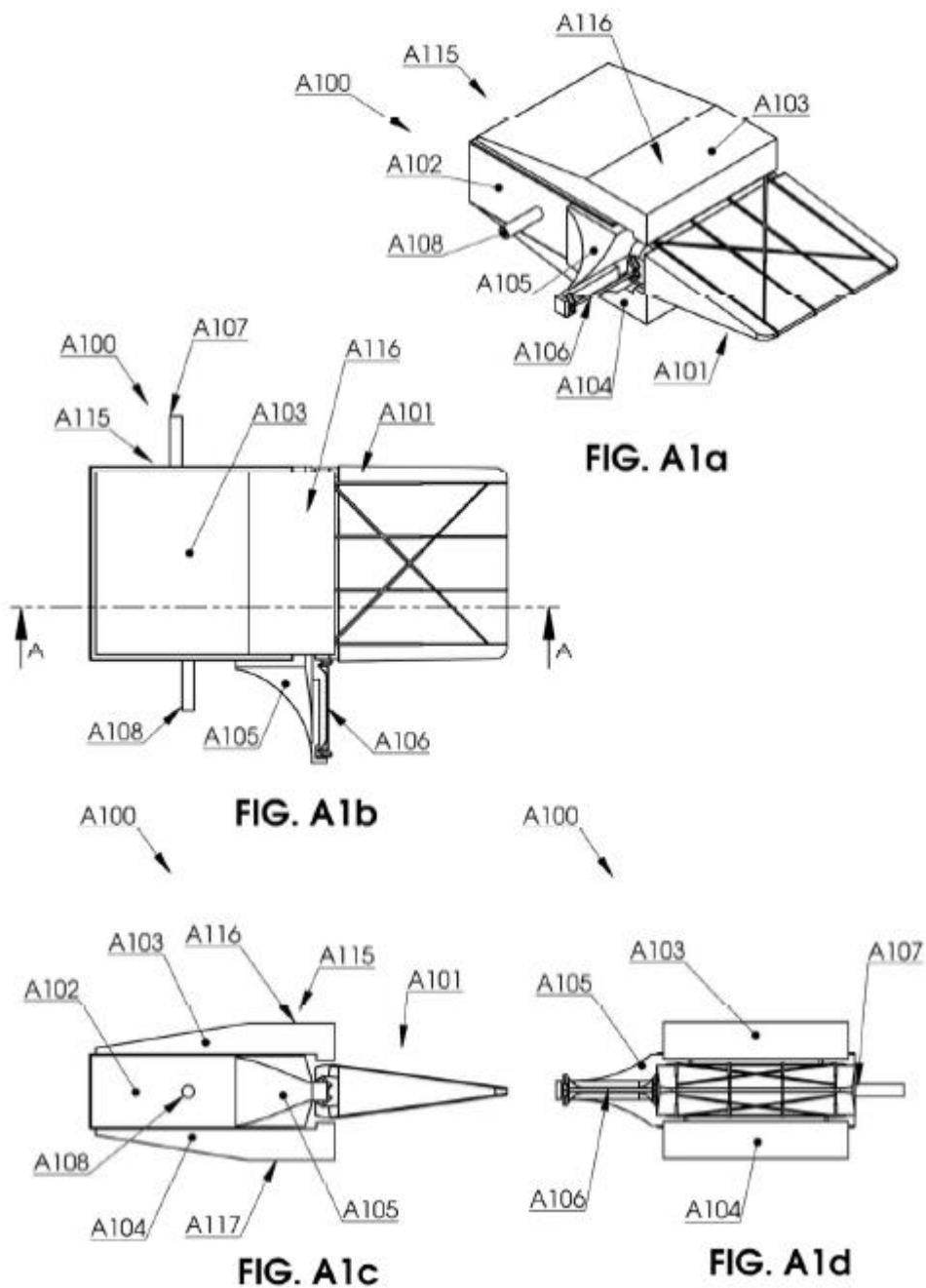
43. Transdutor de áudio (A100), de acordo com a reivindicação 42, **caracterizado** por compreender um alojamento (A601) para acomodar o diafragma (A101) nele ou entre ele, e em que uma periferia externa do diafragma (A101) compreende uma ou mais regiões periféricas que estão livres de conexão física com o interior do alojamento (A601).

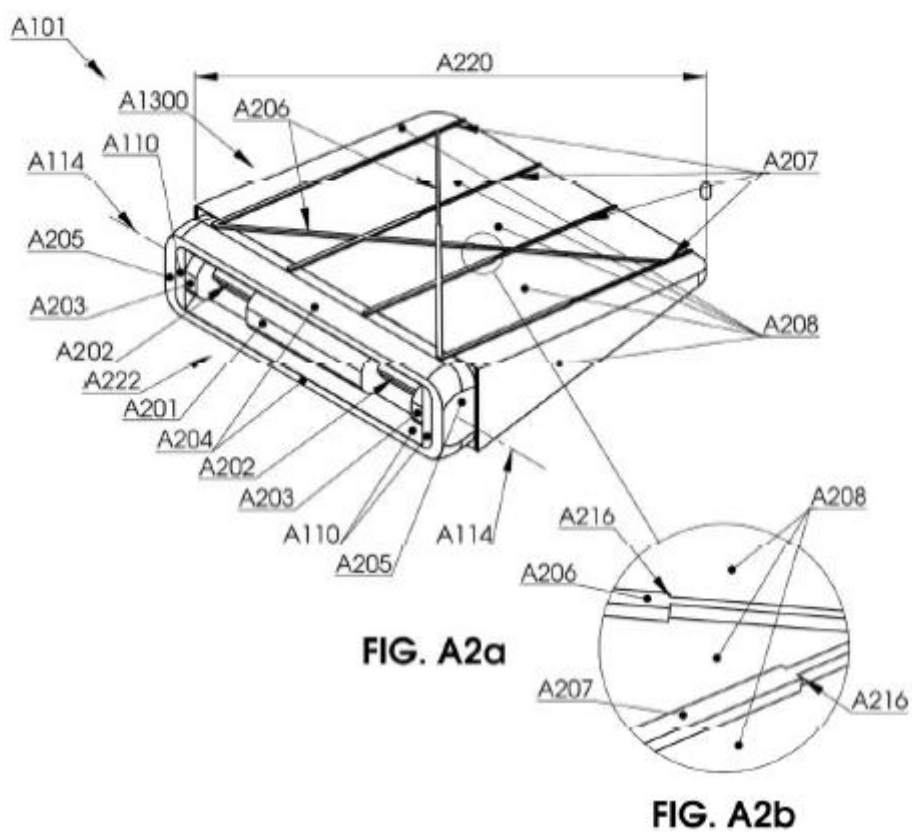
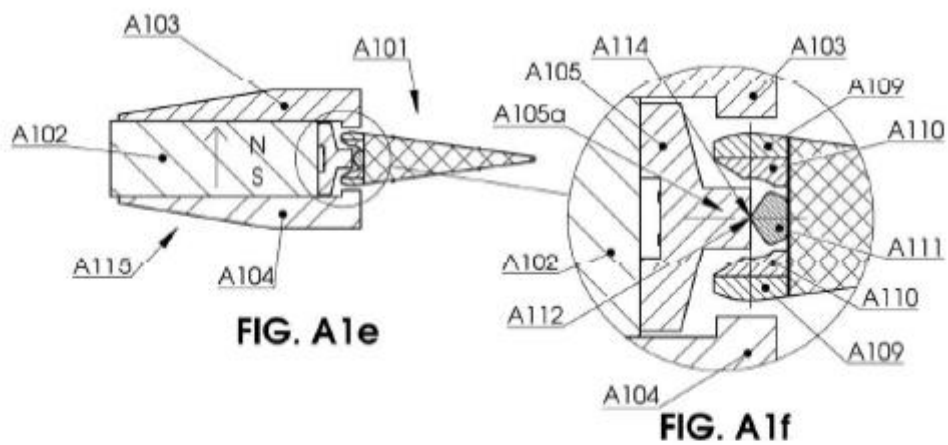
44. Transdutor de áudio (A100), de acordo com qualquer uma das reivindicações 42 ou 43, **caracterizado** pelo fato de que o diafragma (A101) pode ser girado durante a operação do mecanismo de transdução (A102, A103, A104, A109) em torno de um eixo de rotação (A114).

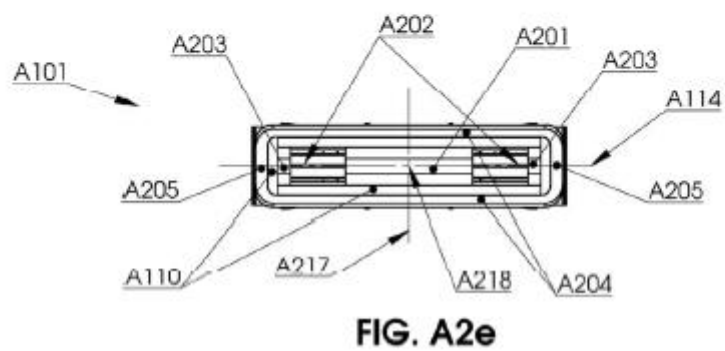
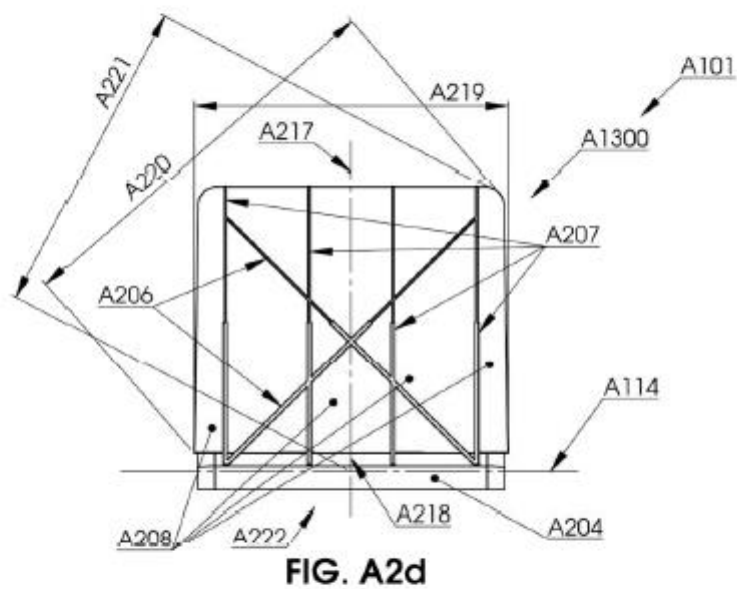
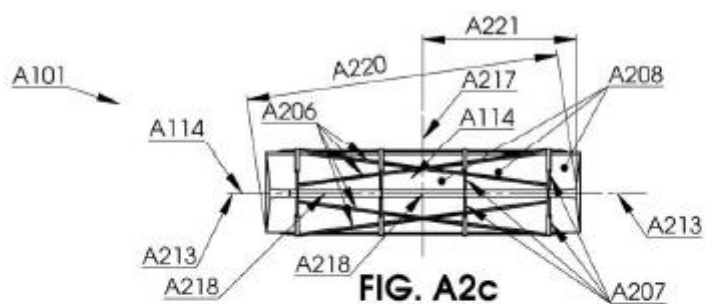
45. Transdutor de áudio (A100), de acordo com qualquer uma das reivindicações 42 ou 44, **caracterizado** pelo fato de compreender:

um alojamento (A601) para acomodar o diafragma (A101) nela ou entre ela, uma estrutura de base do transdutor (A115) na qual o diafragma (A101) é montado; e

um sistema de montagem de desacoplamento (A610, A505, A504) localizado entre a estrutura da base do transdutor (A115) e o alojamento (A601) para aliviar, pelo menos parcialmente, a transmissão mecânica de vibração entre o diafragma (A101) e o alojamento (A601).







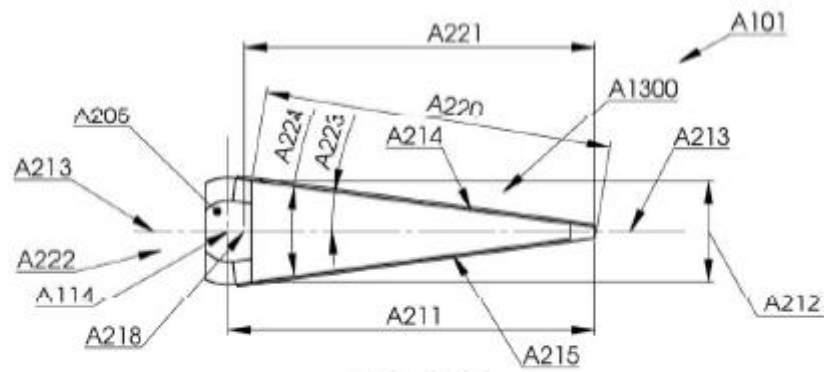


FIG. A2f

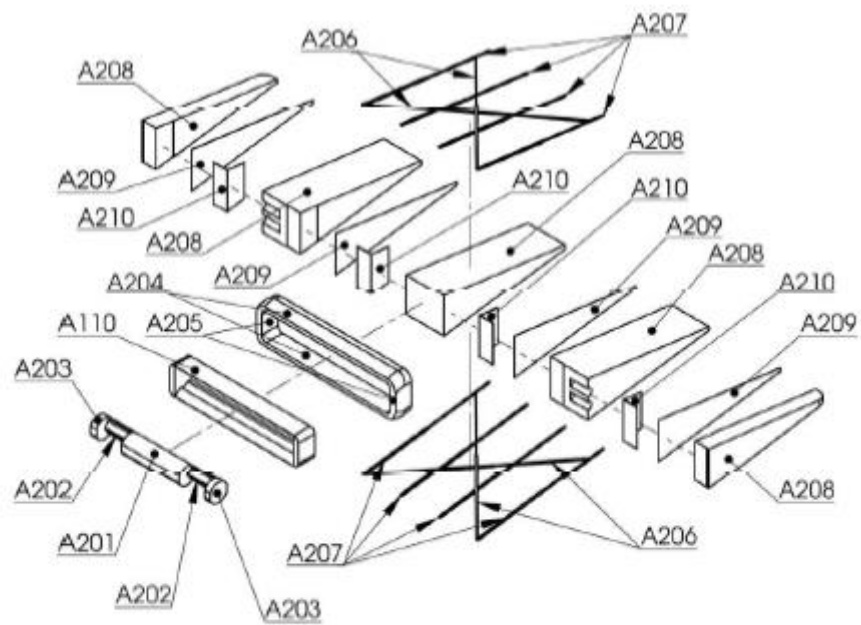
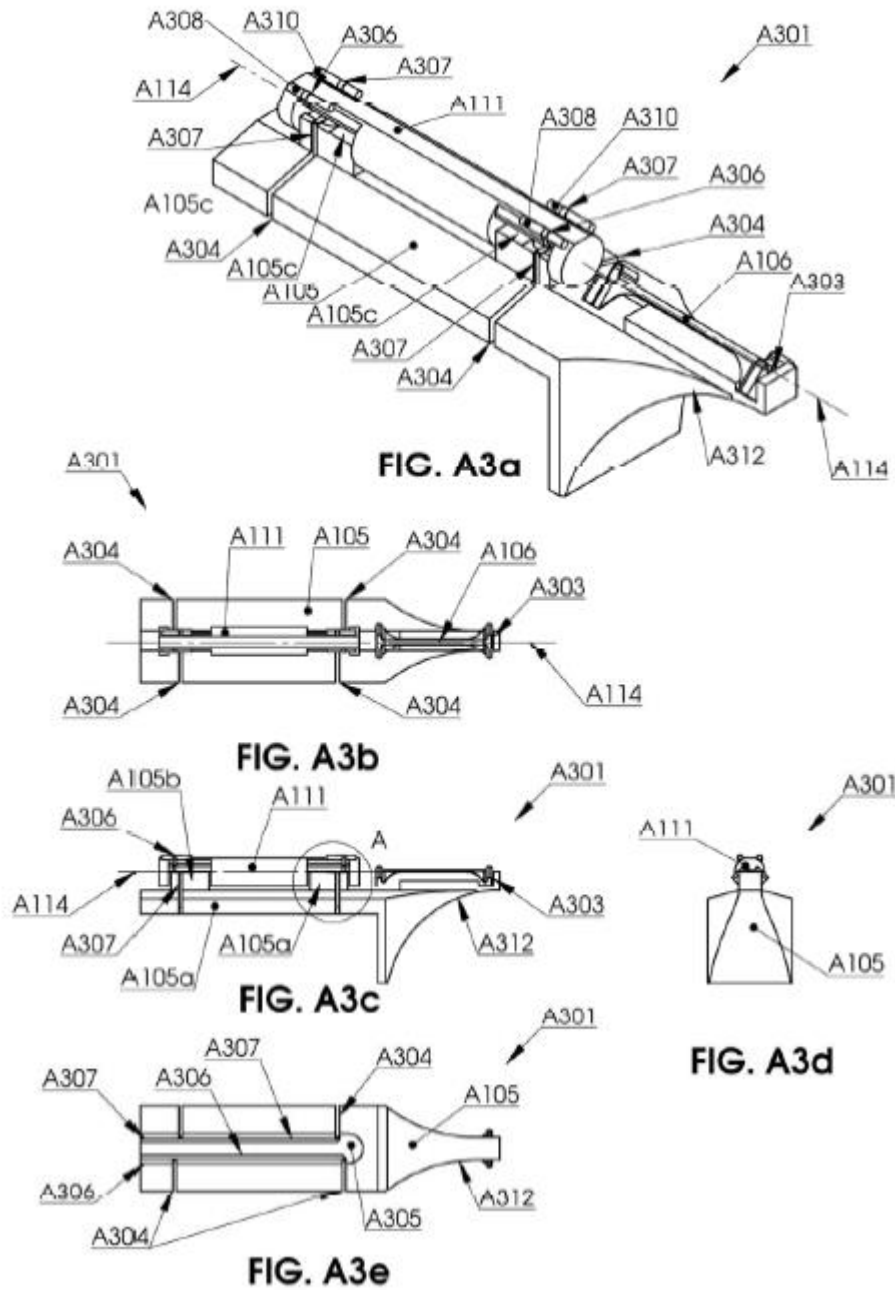


FIG. A2g



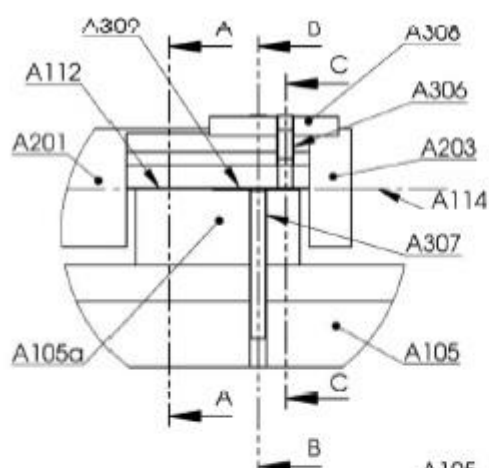


FIG. A3f
DETALHE A

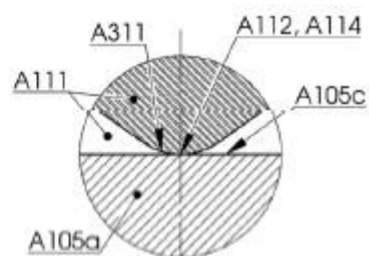


FIG. A3j

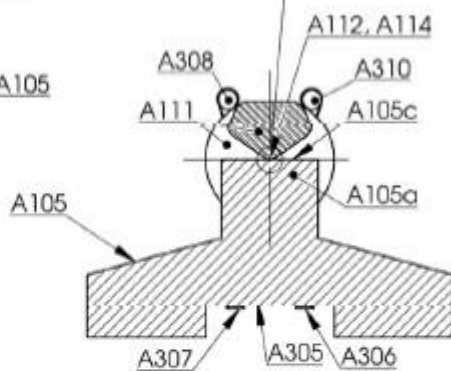


FIG. A3g
SEÇÃO A-A

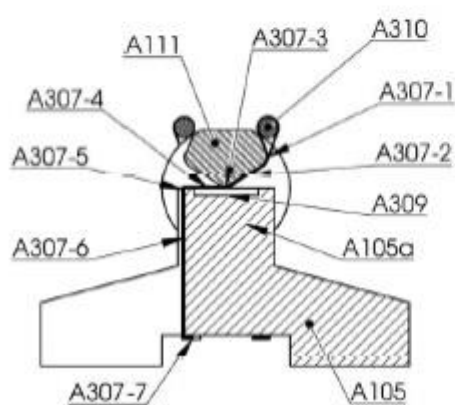


FIG. A3h
SEÇÃO B-B

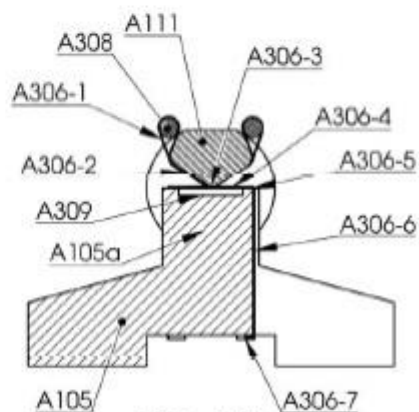
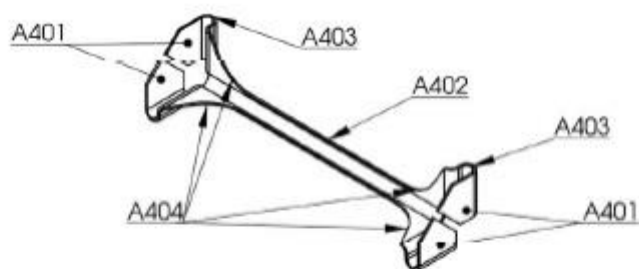
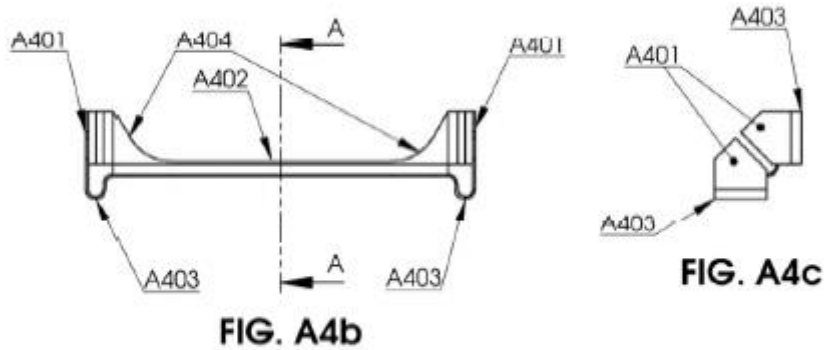
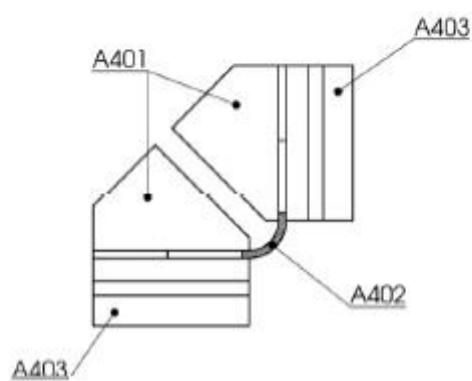
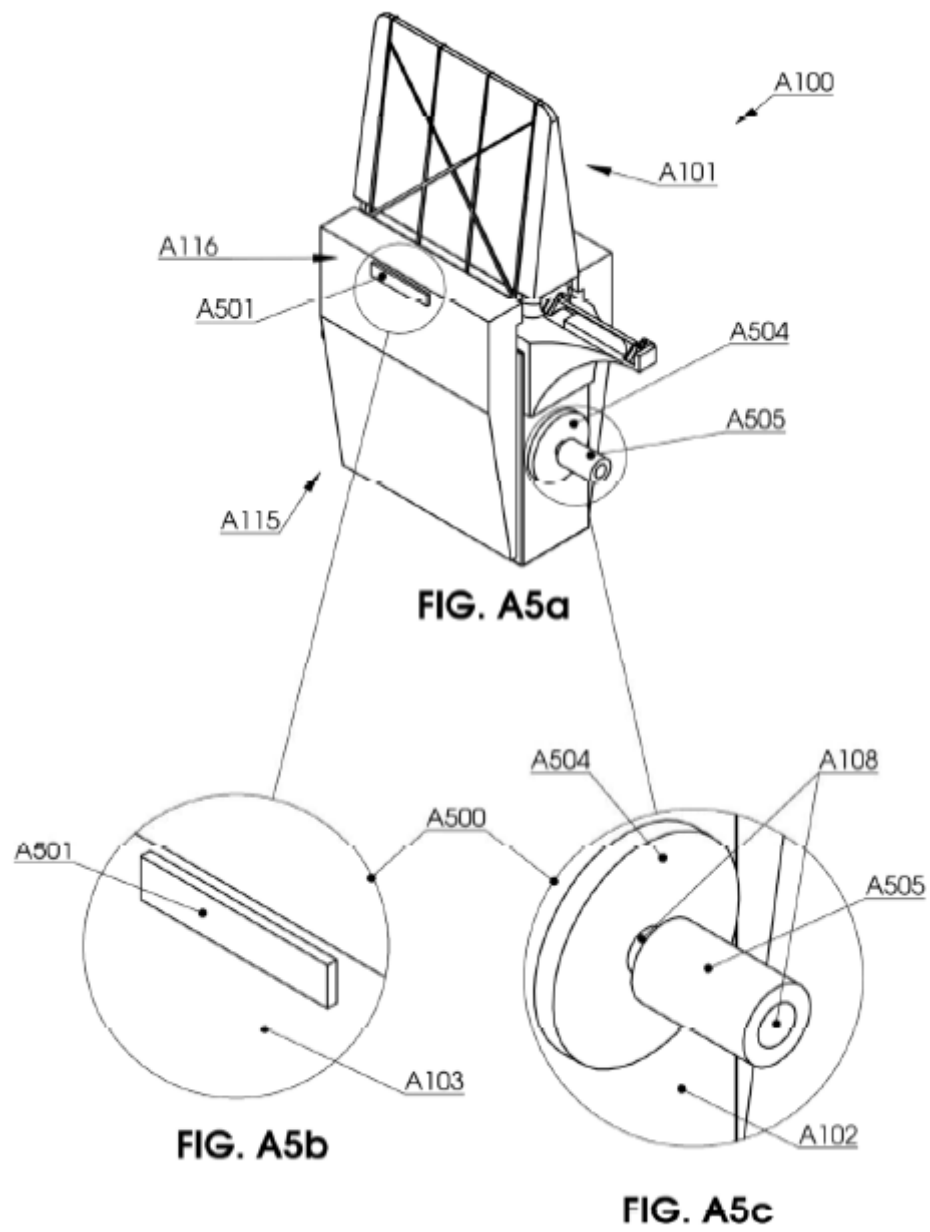
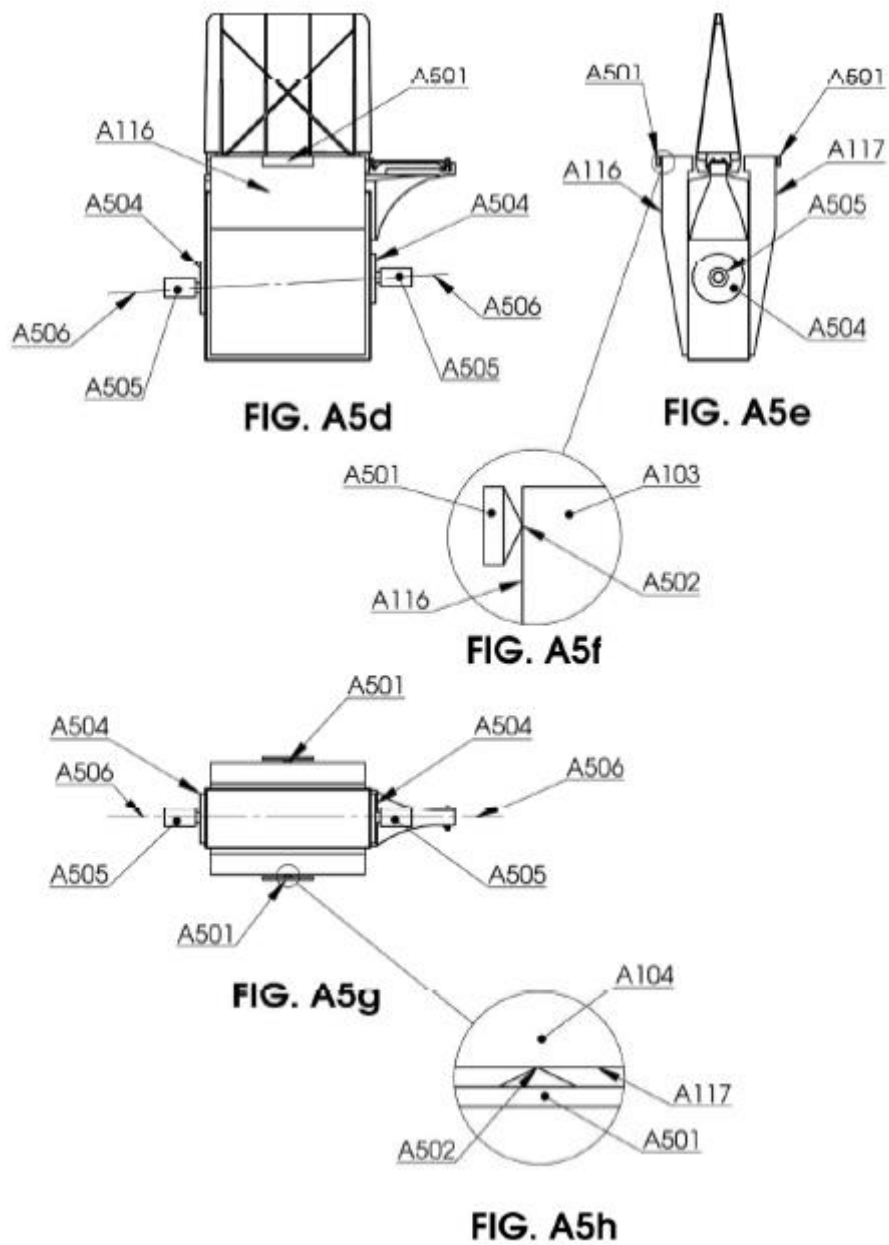


FIG. A3i
SEÇÃO C-C

**FIG. A4a****FIG. A4b****FIG. A4c****FIG. A4d**
SEÇÃO A-A





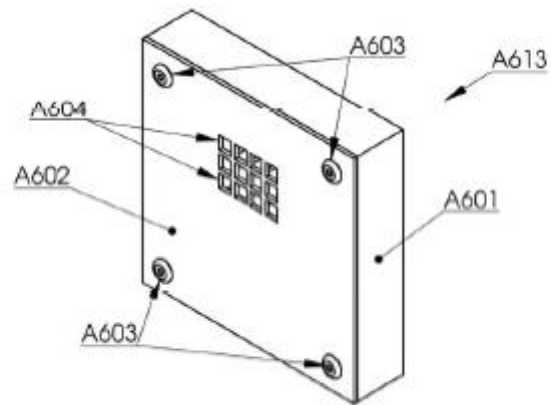


FIG. A6a

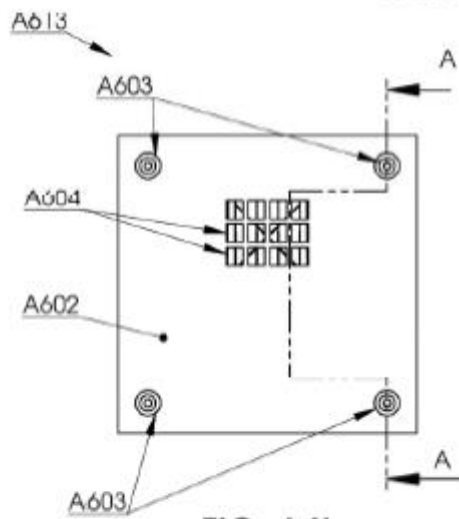


FIG. A6b

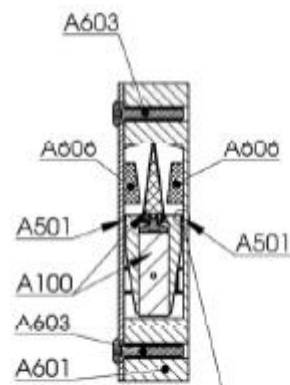


FIG. A6c

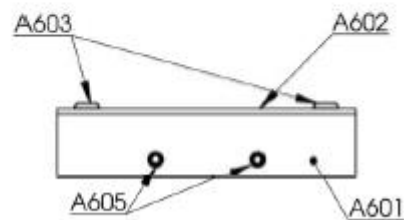


FIG. A6e

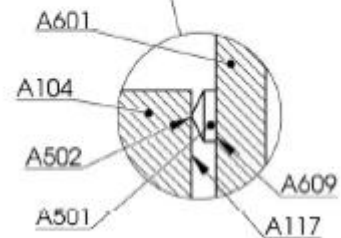
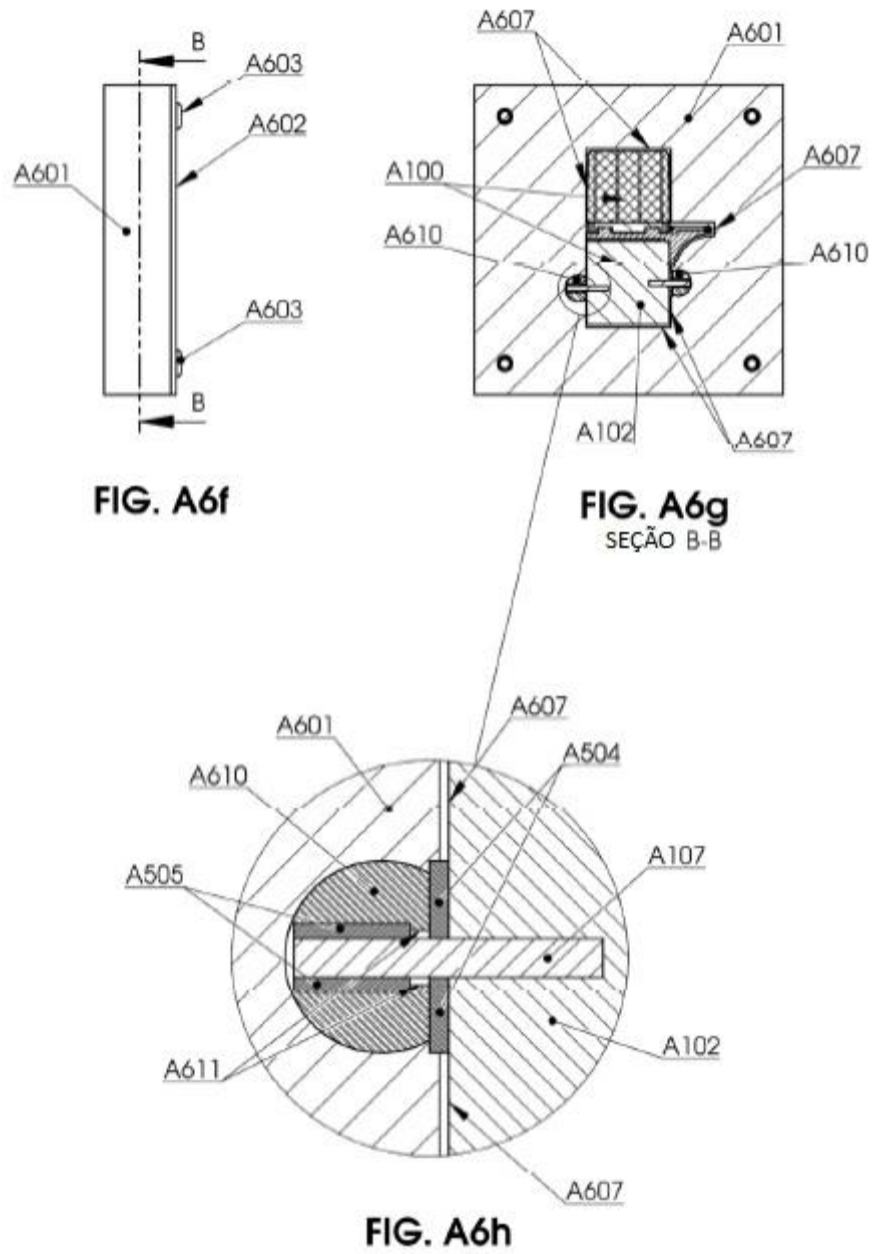
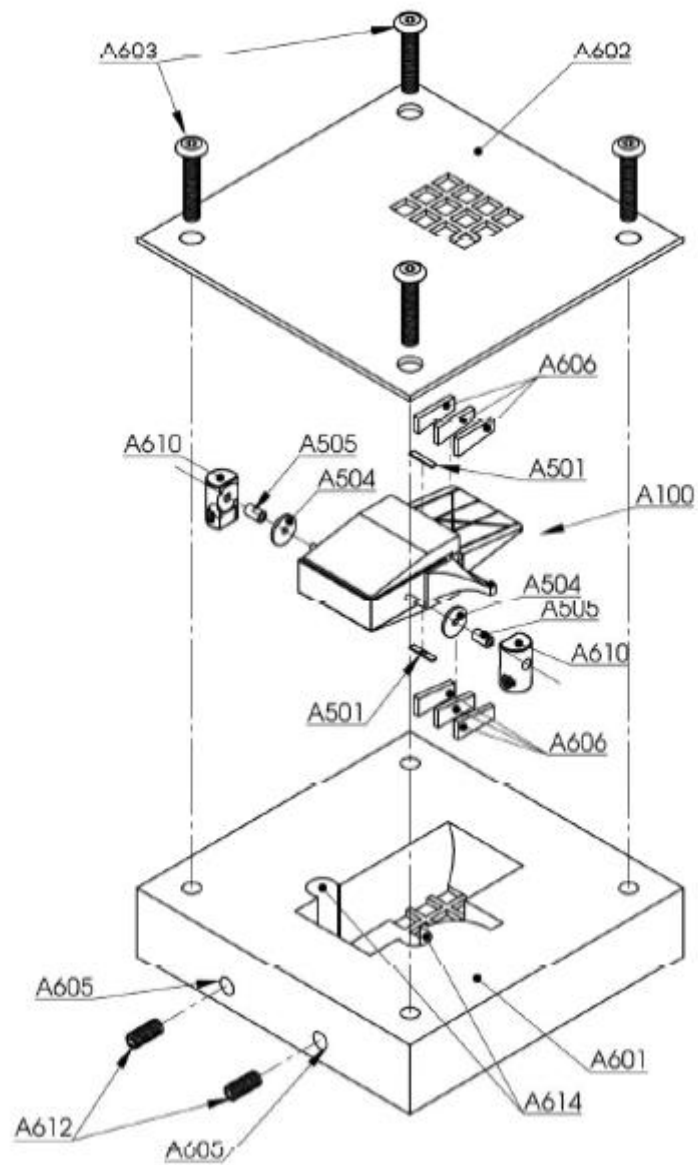


FIG. A6d



**FIG. A6i**

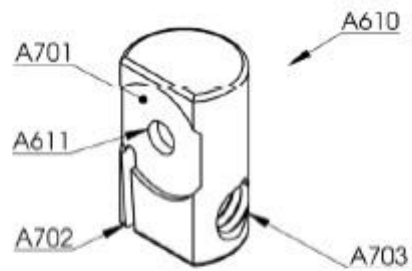


FIG. A7a



FIG. A7b

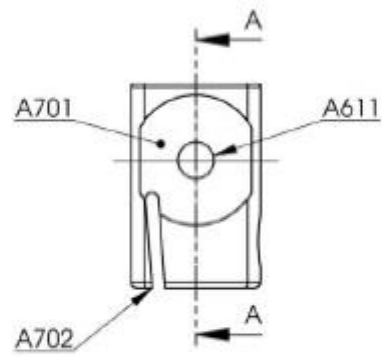


FIG. A7c

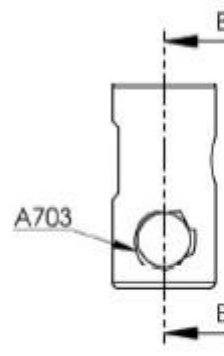
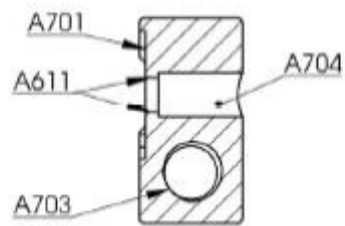
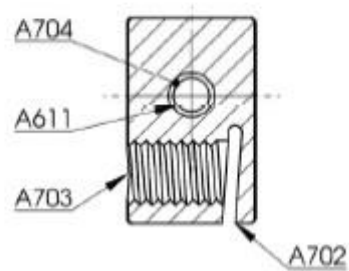


FIG. A7d

FIG. A7e
SEÇÃO A-AFIG. A7f
SEÇÃO B-B

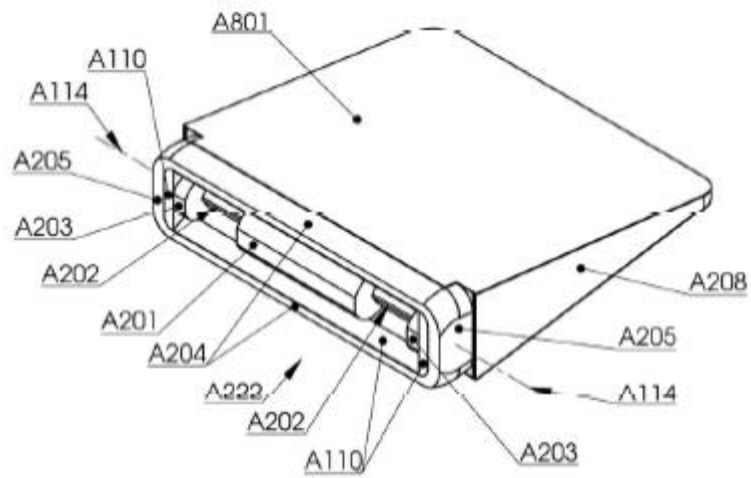


FIG. A8a

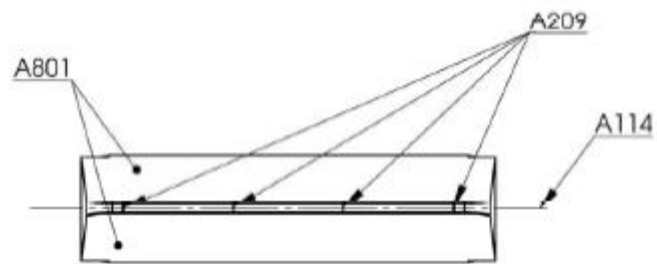


FIG. A8b

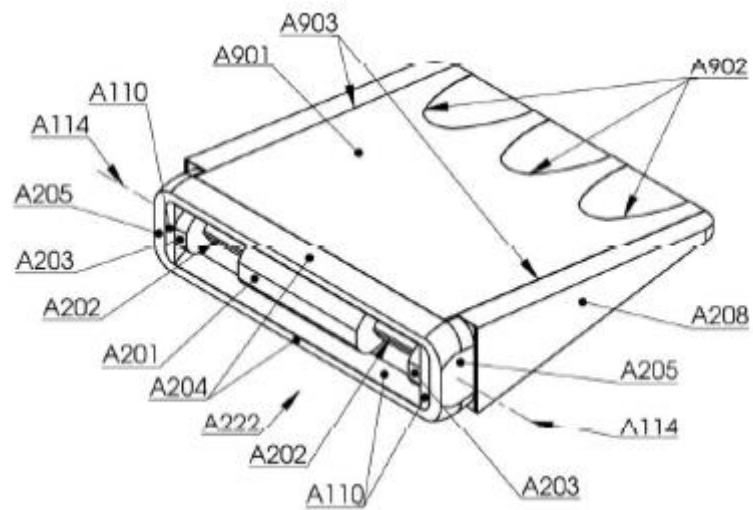


FIG. A9a

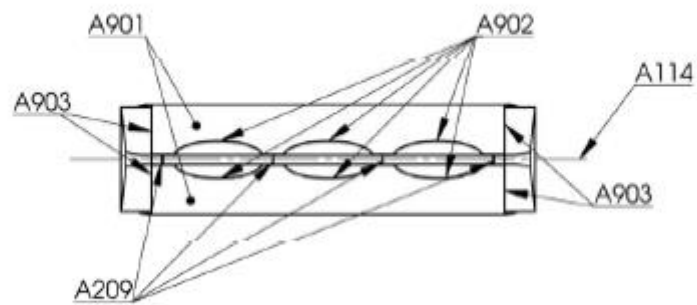


FIG. A9b

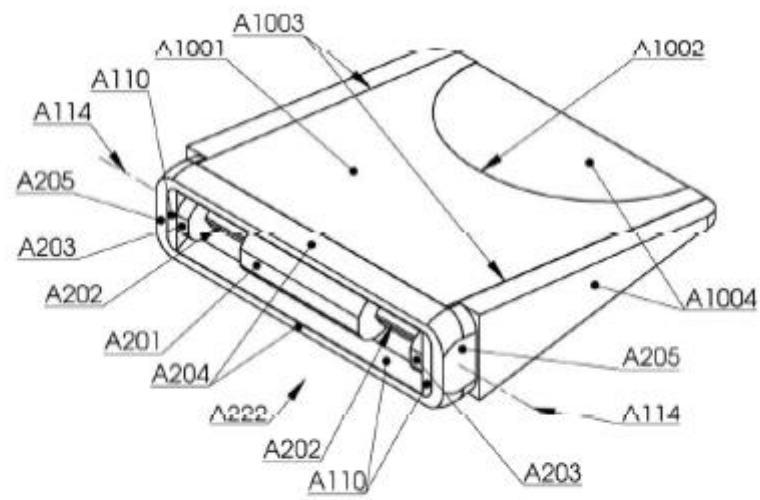


FIG. A10a

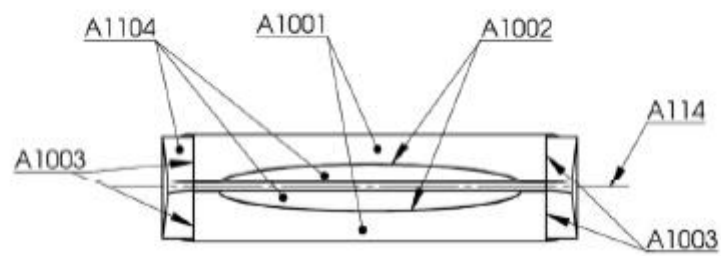
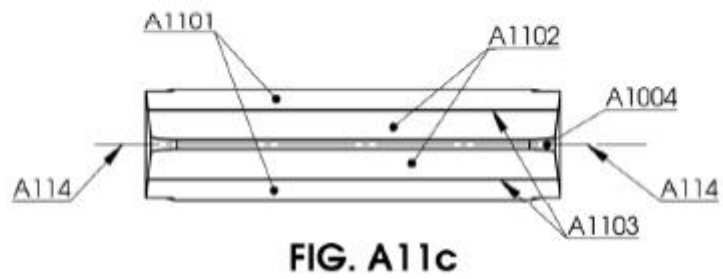
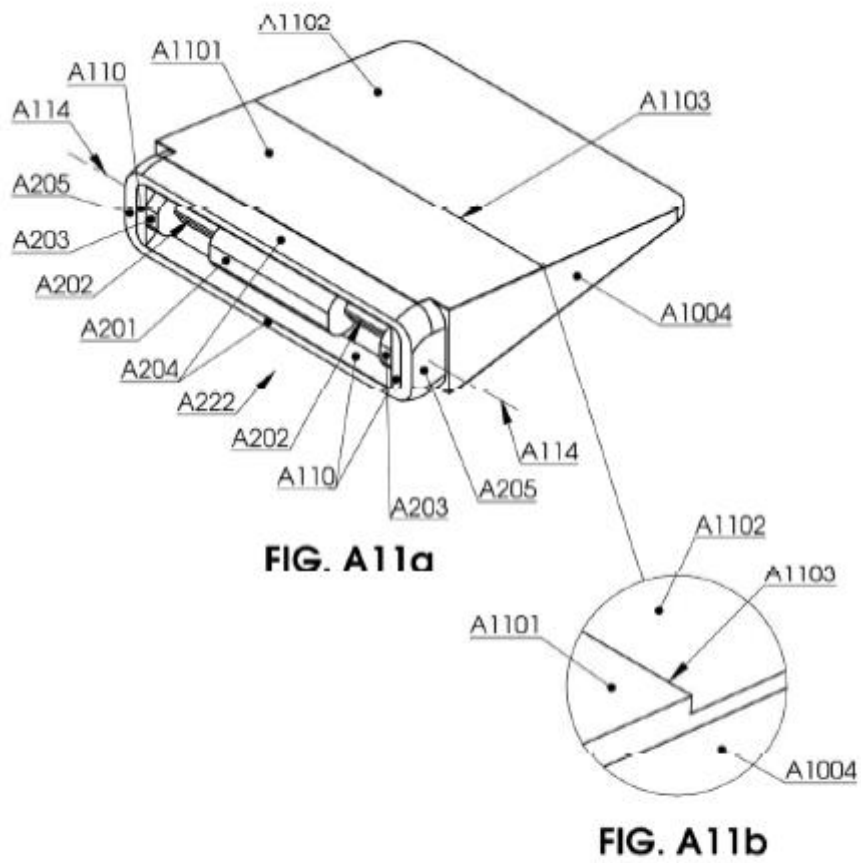
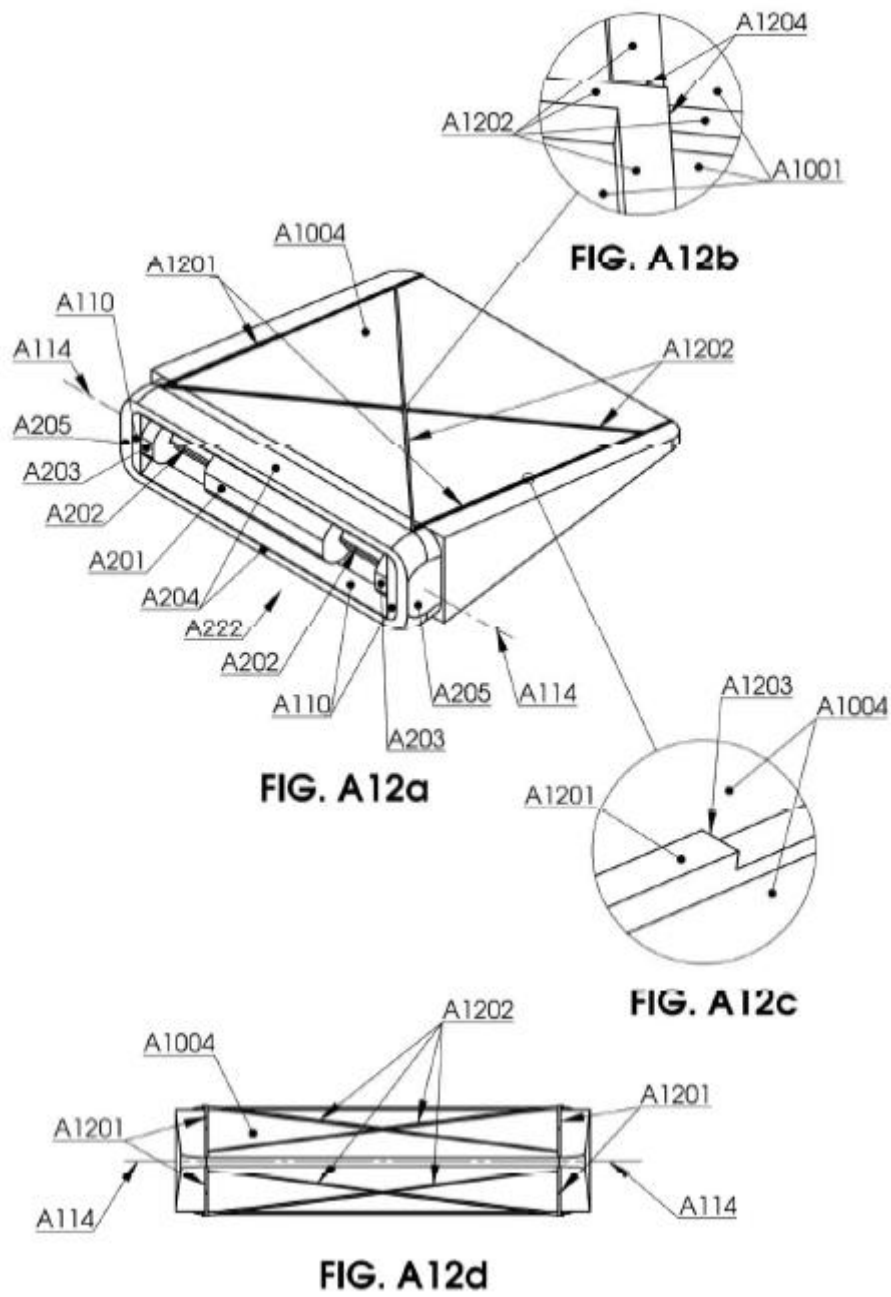


FIG. A10b





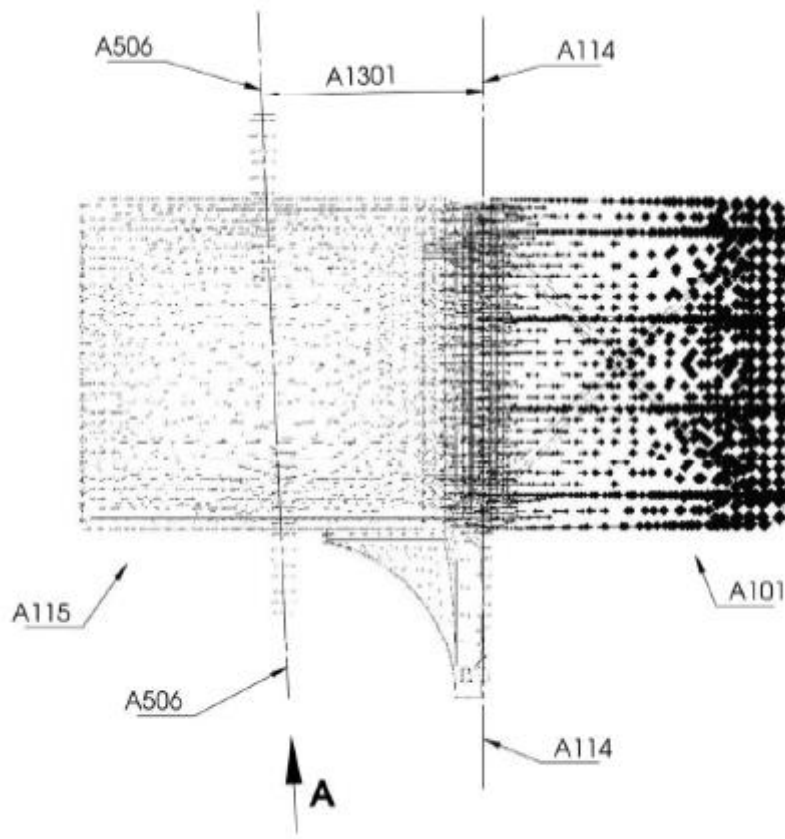
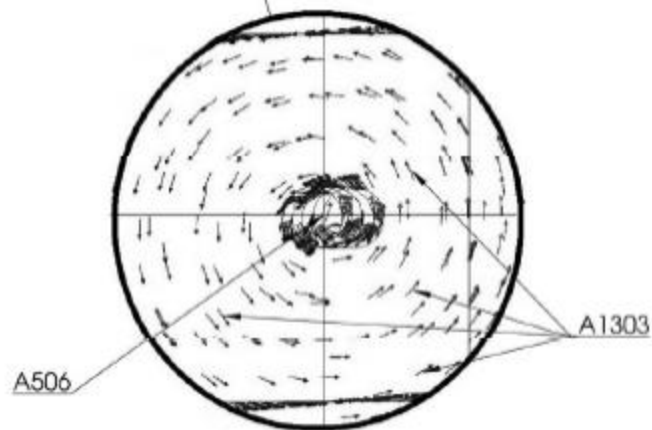
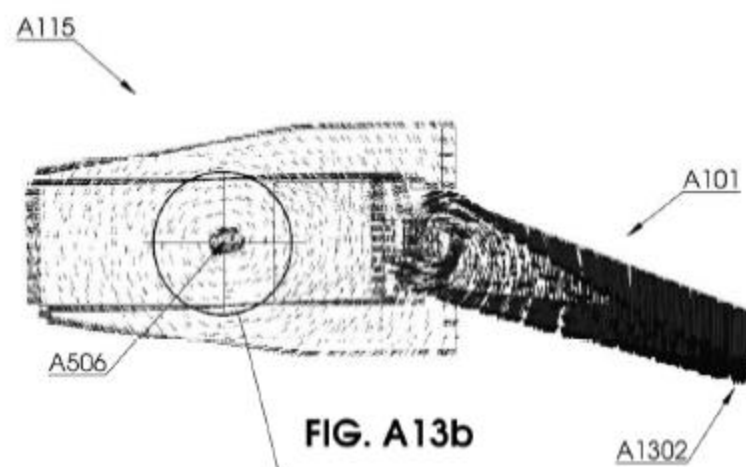


FIG. A13a



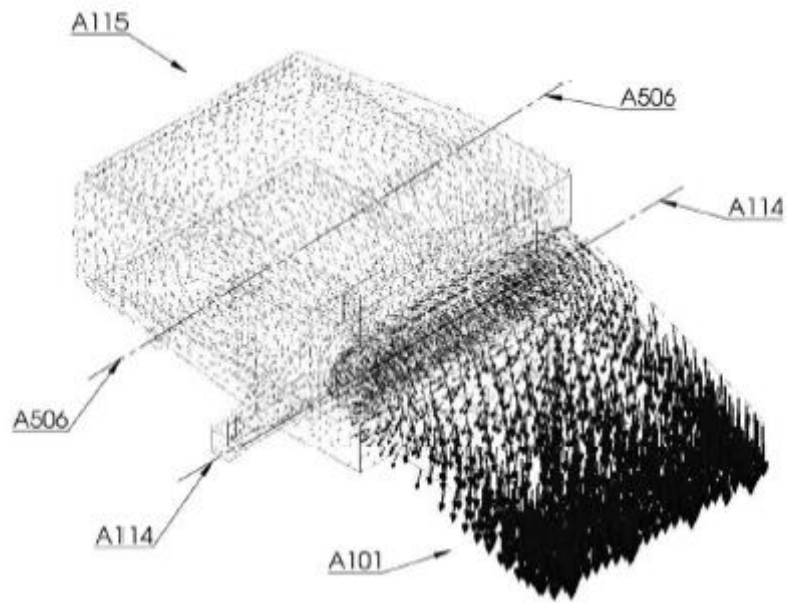


FIG. A13d

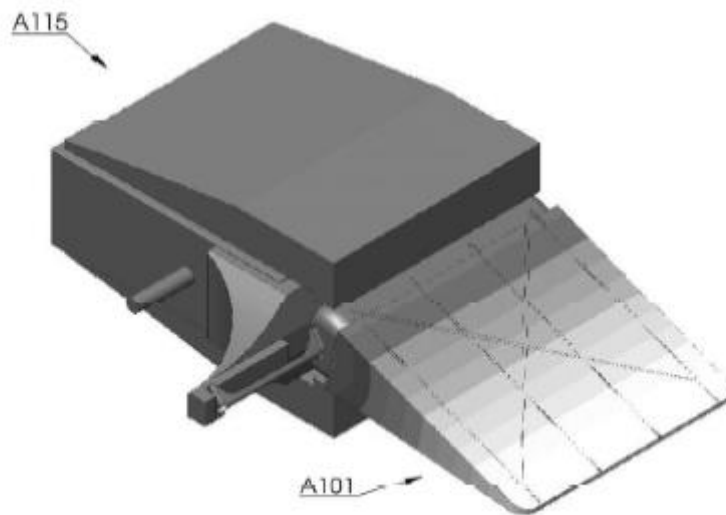


FIG. A13e

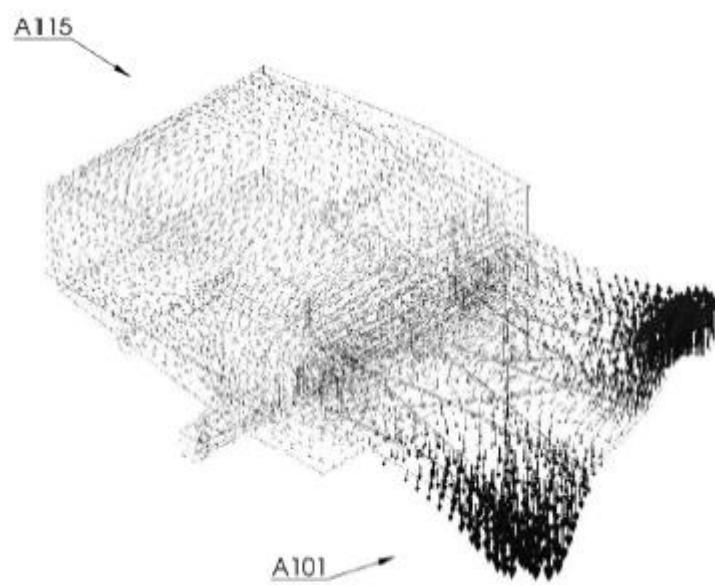


FIG. A13f

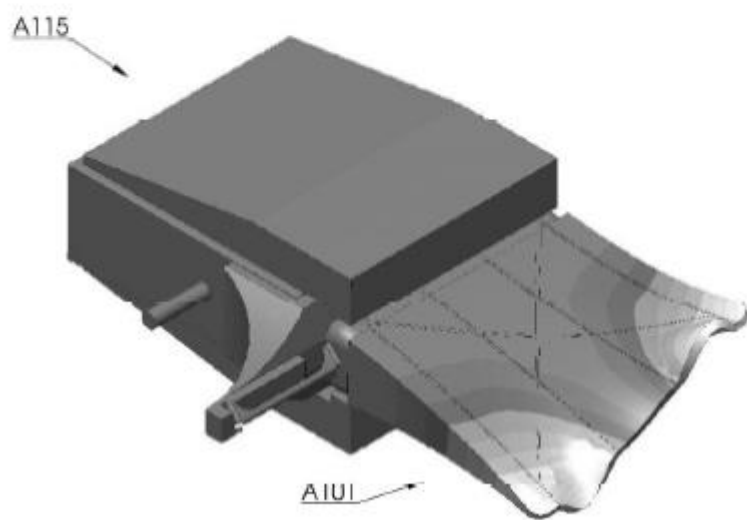


FIG. A13g

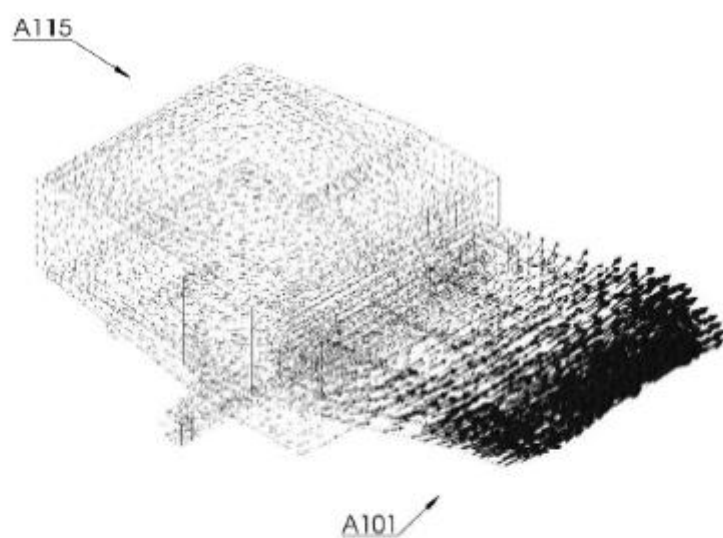


FIG. A13h

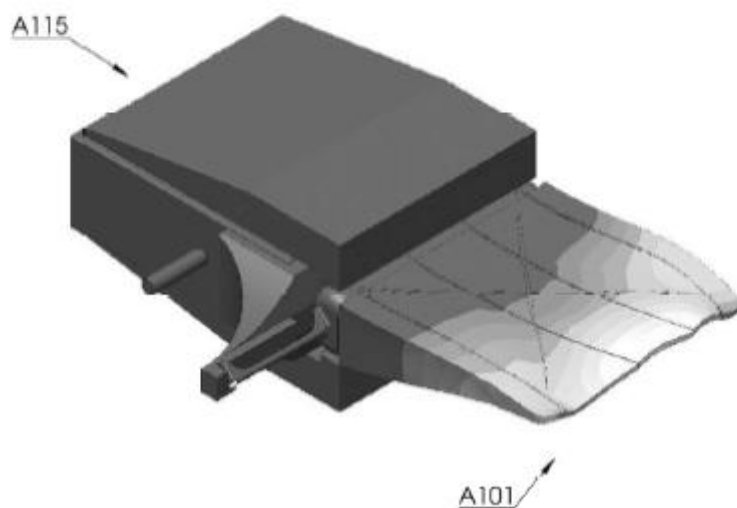


FIG. A13i

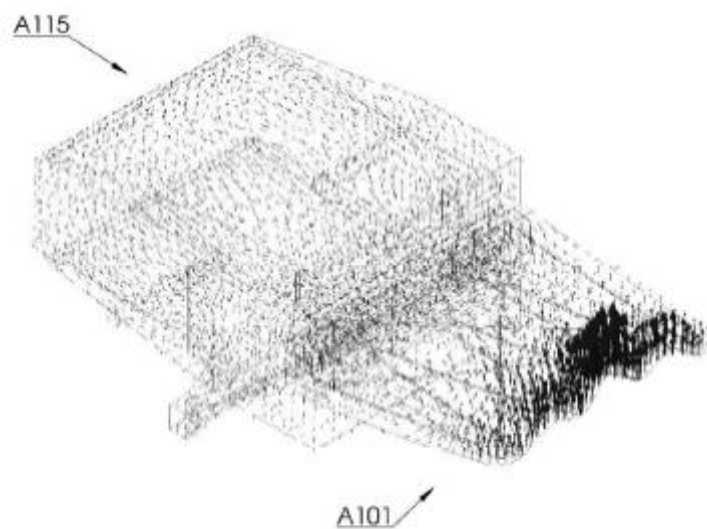


FIG. A13j

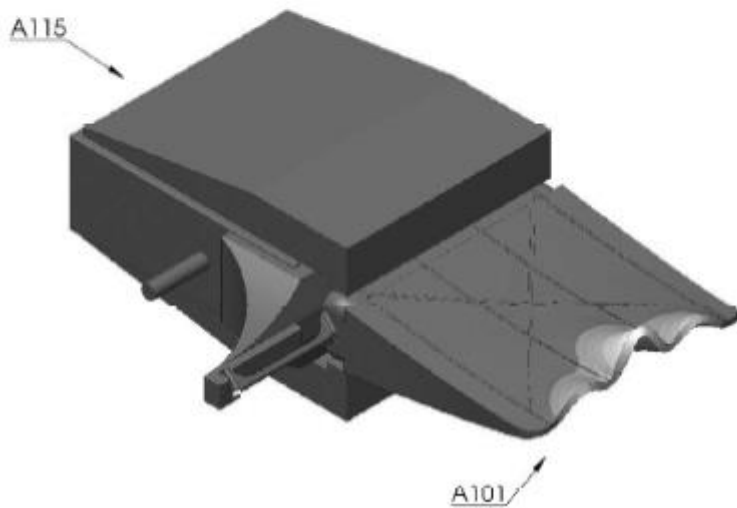


FIG. A13k

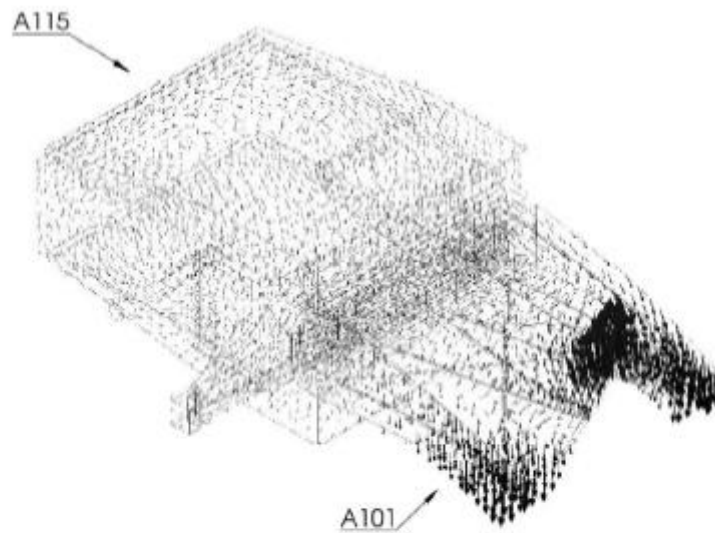


FIG. A13I

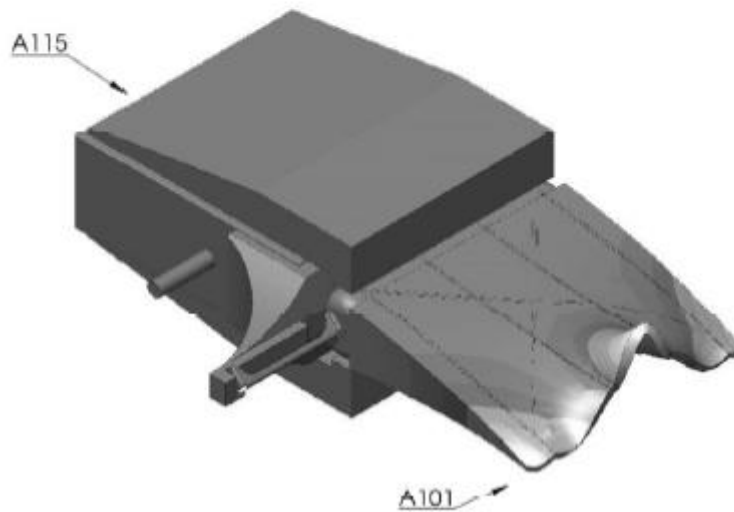
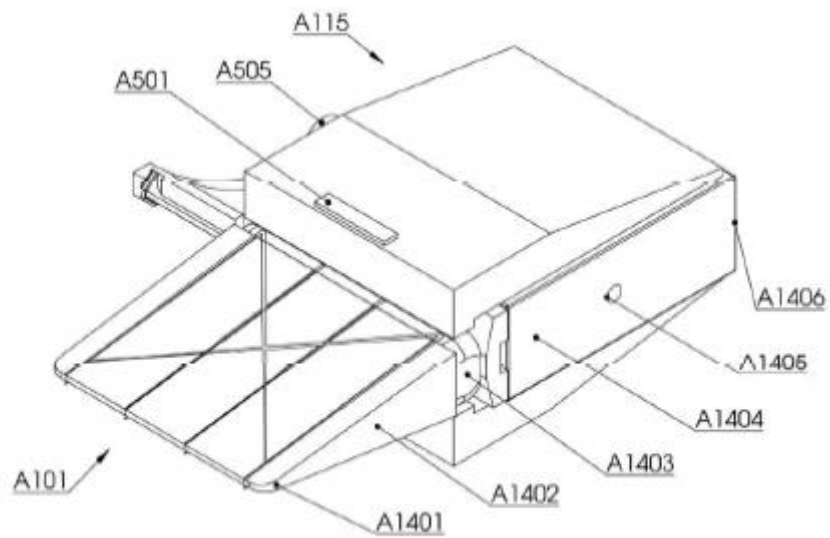
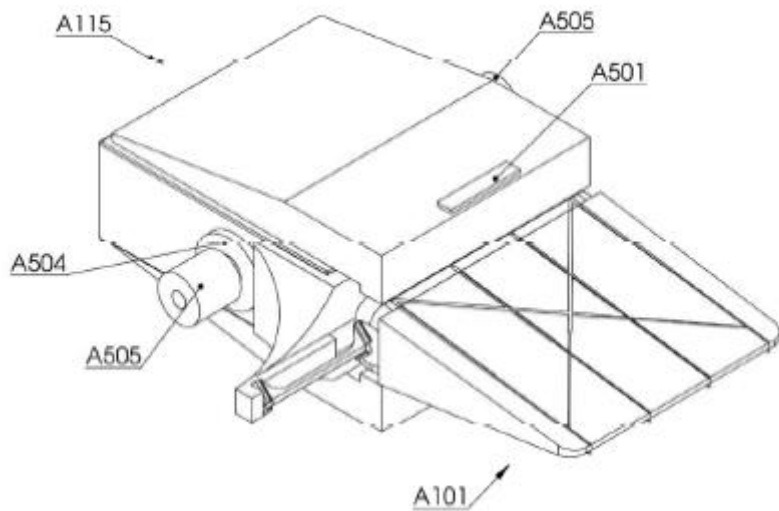


FIG. A13m



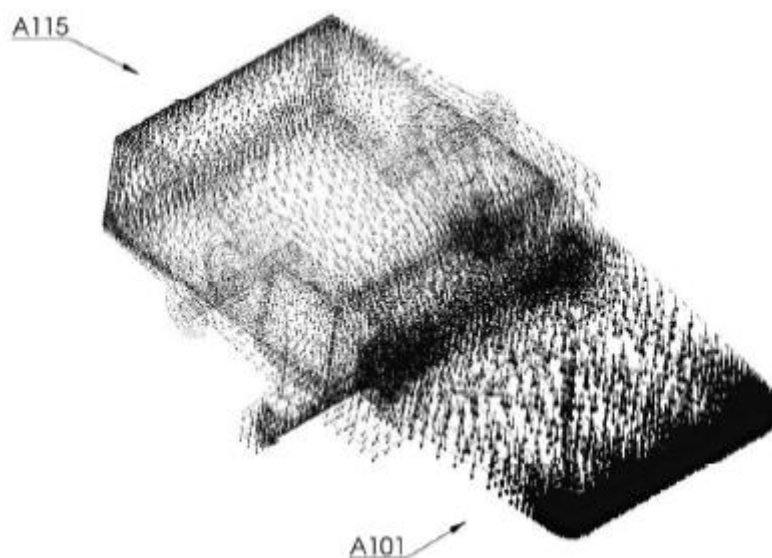


FIG. A14c

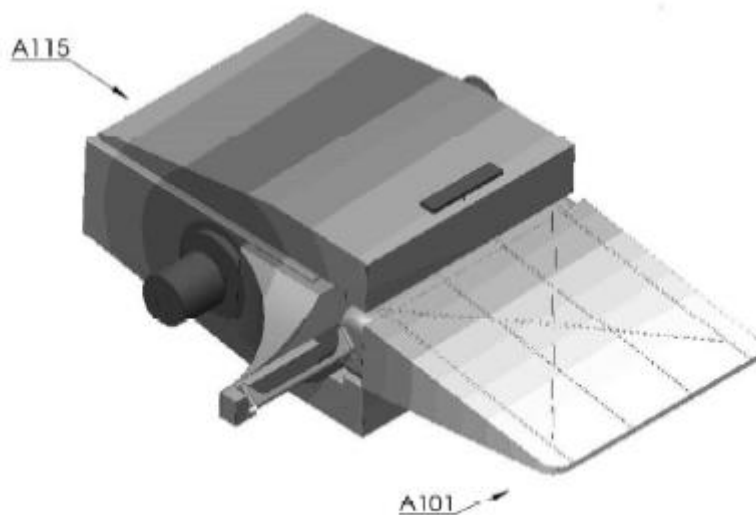


FIG. A14d

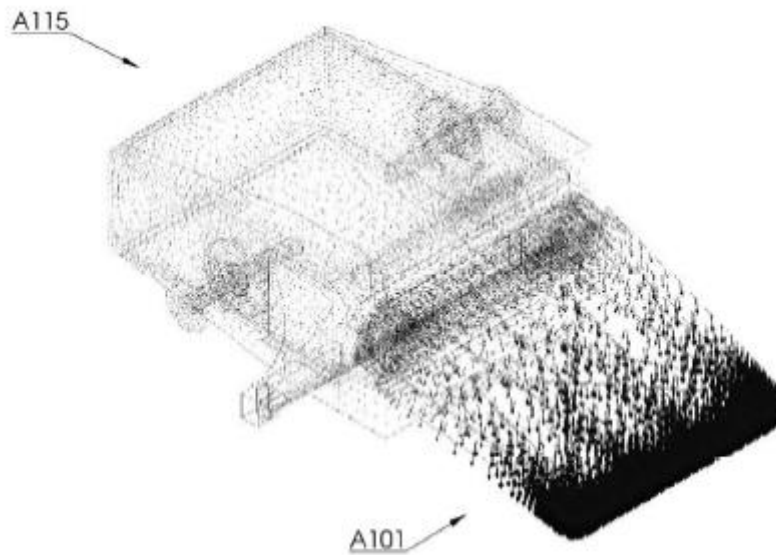


FIG. A14e

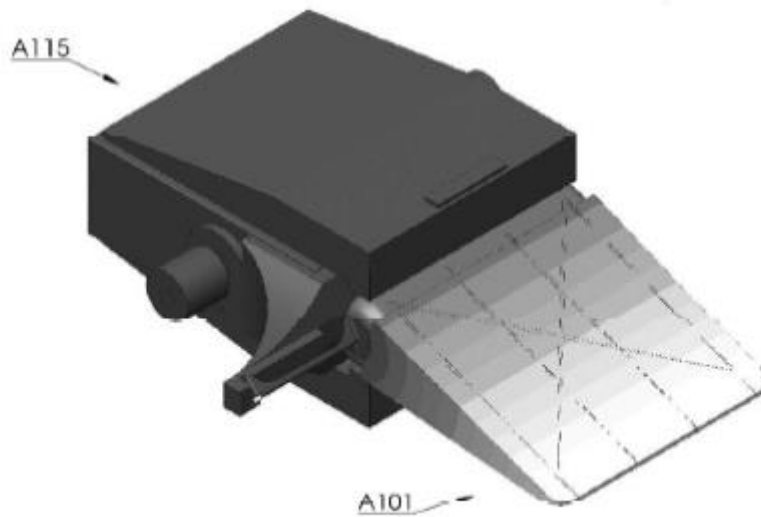


FIG. A14f

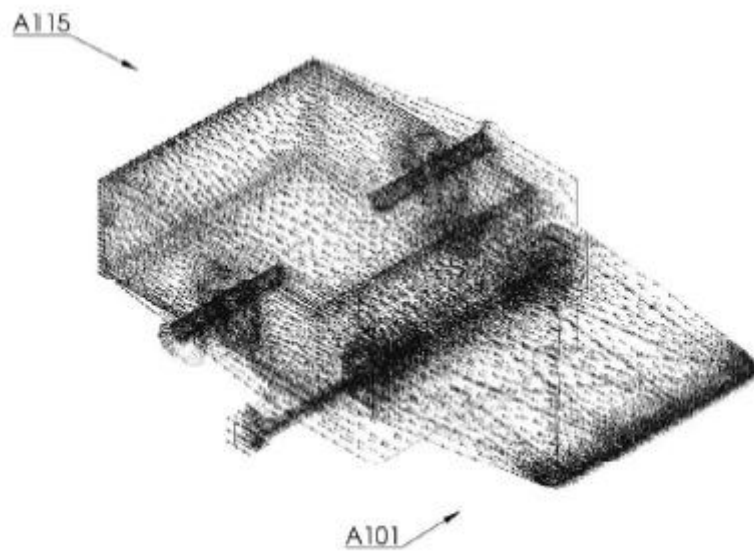


FIG. A14g

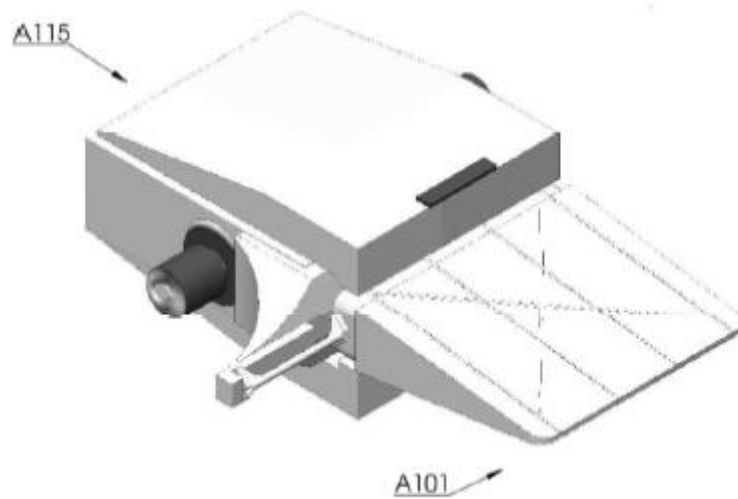


FIG. A14h

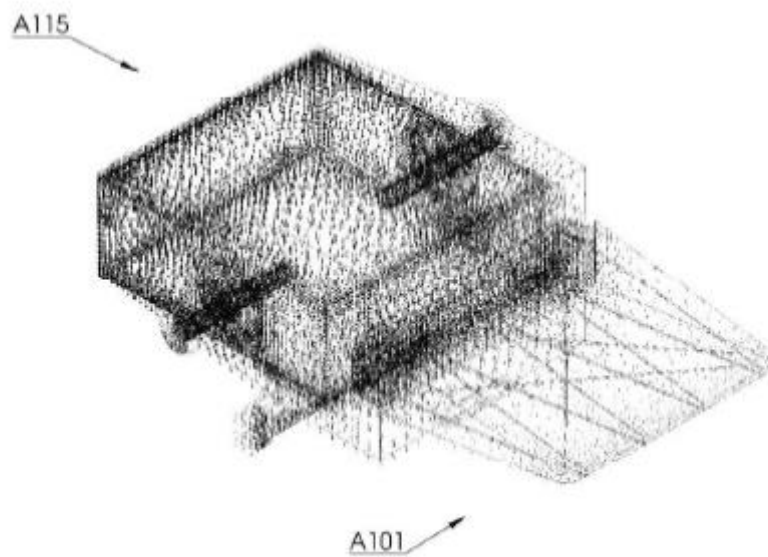


FIG. A14i

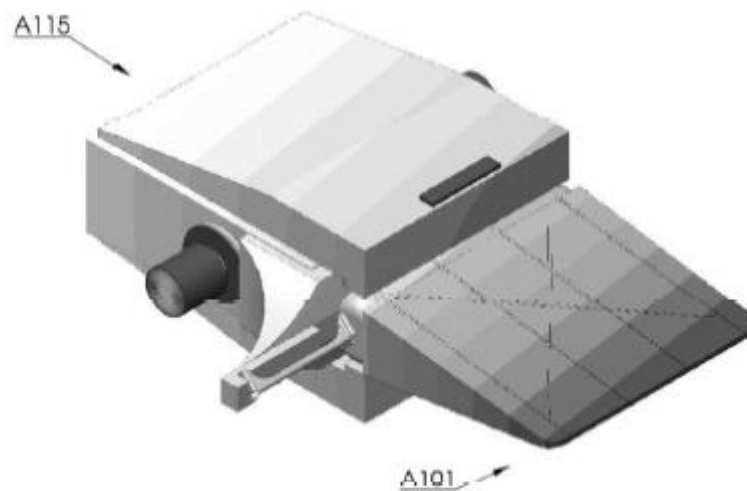


FIG. A14j

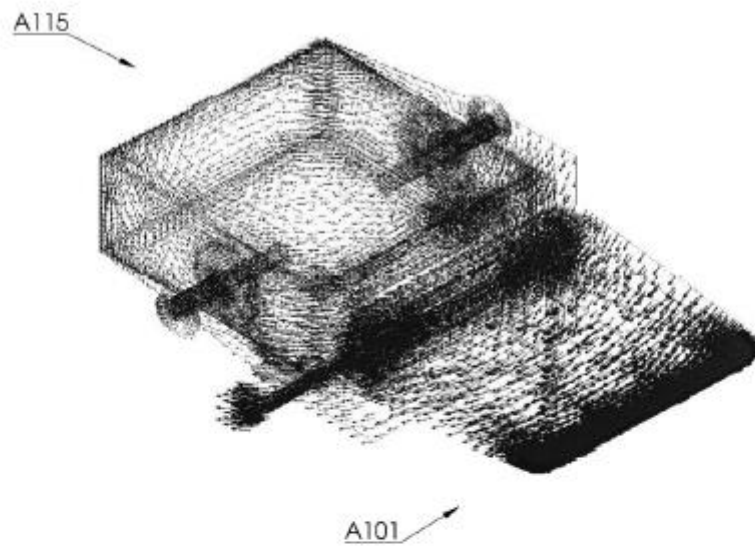


FIG. A14k

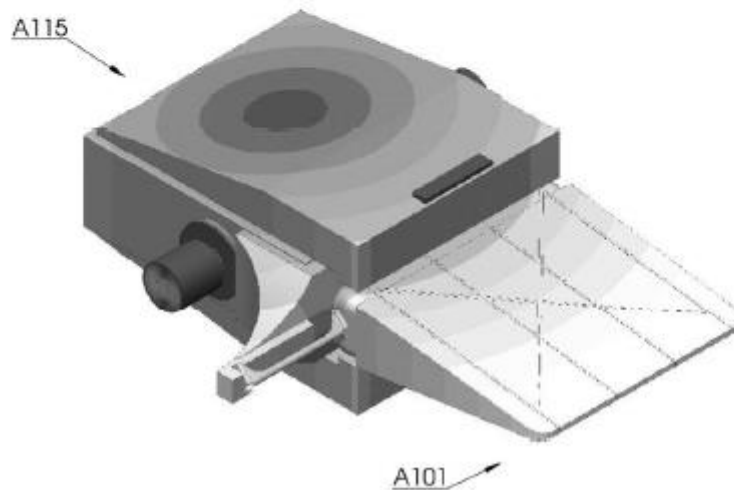


FIG. A14l

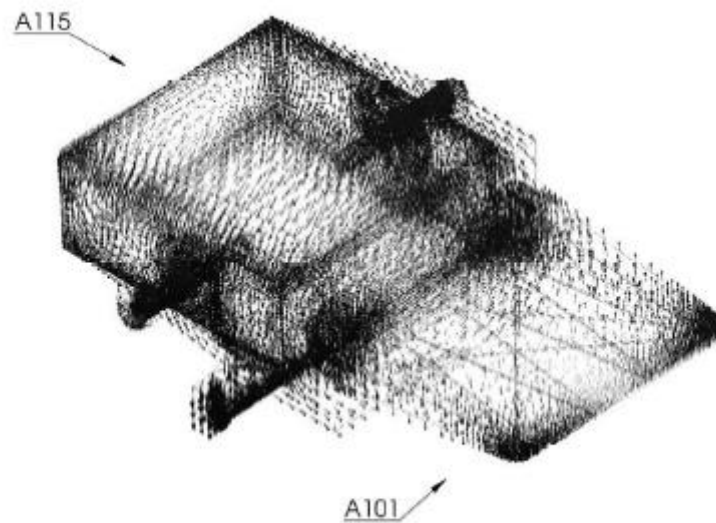


FIG. A14m

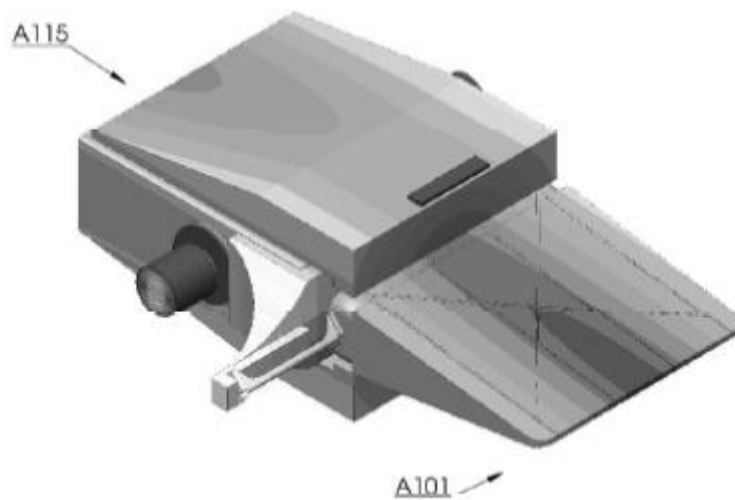


FIG. A14n

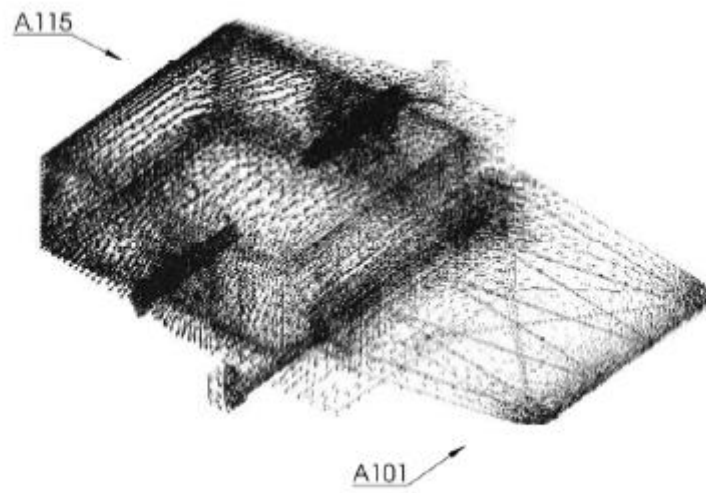


FIG. A14o

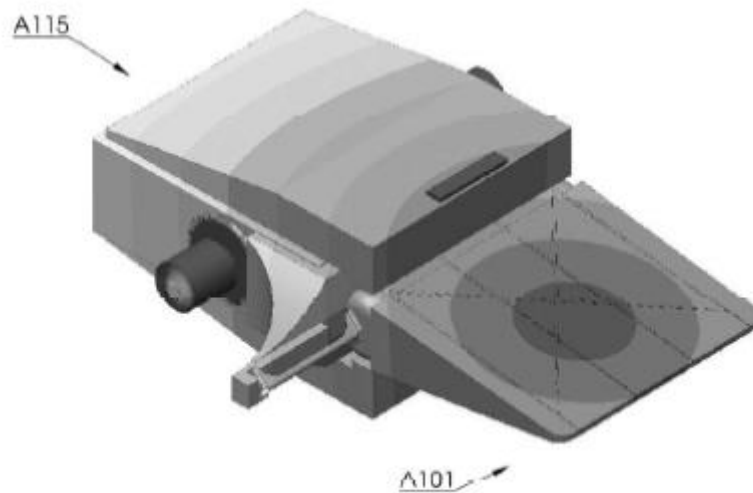


FIG. A14p

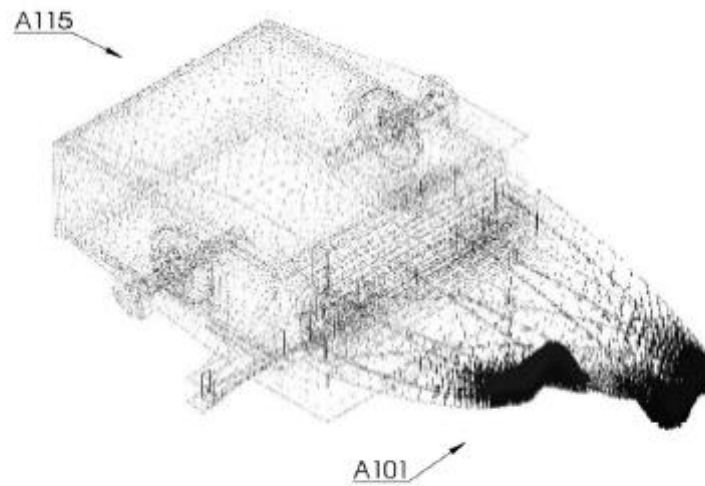


FIG. A14q

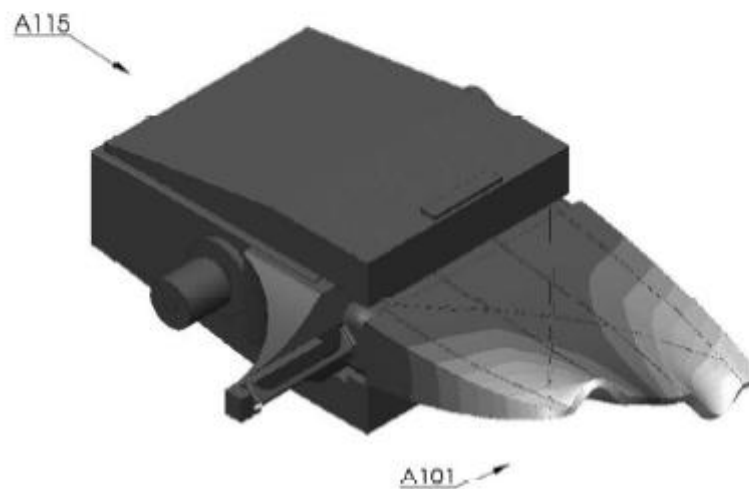


FIG. A14r

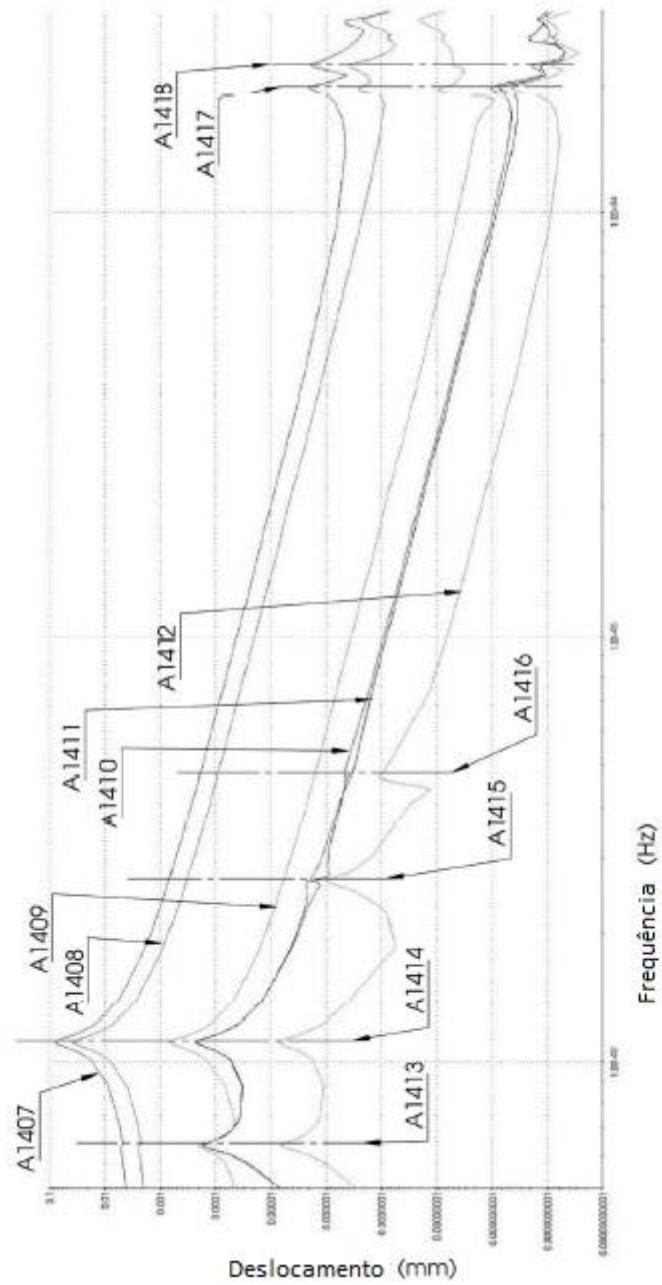


FIG. A14s

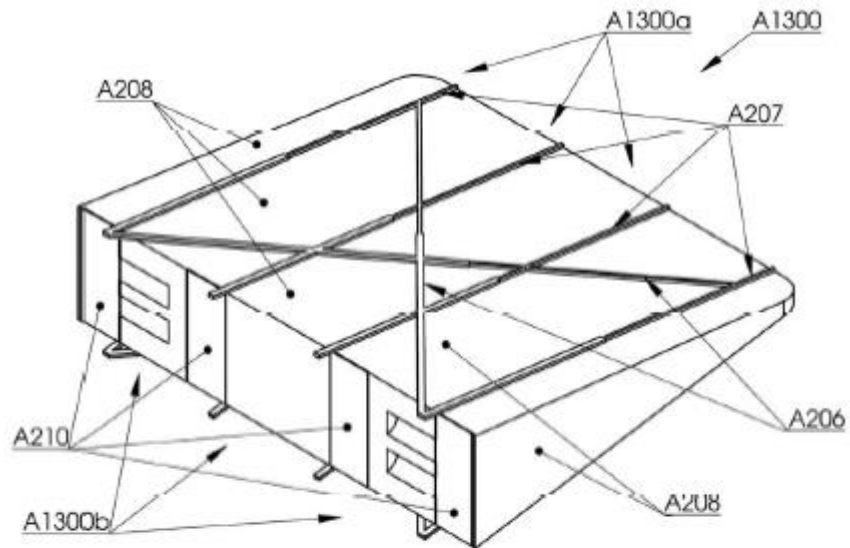


FIG. A15a

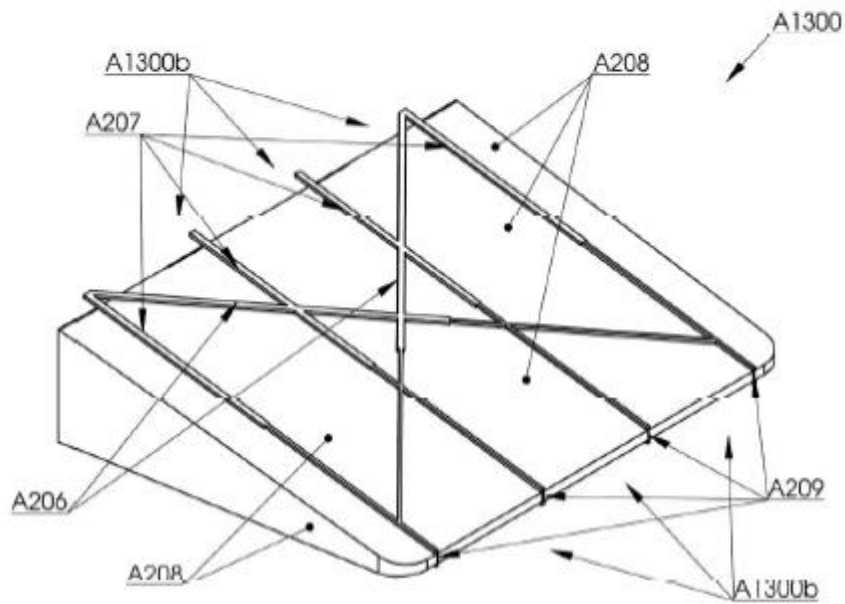
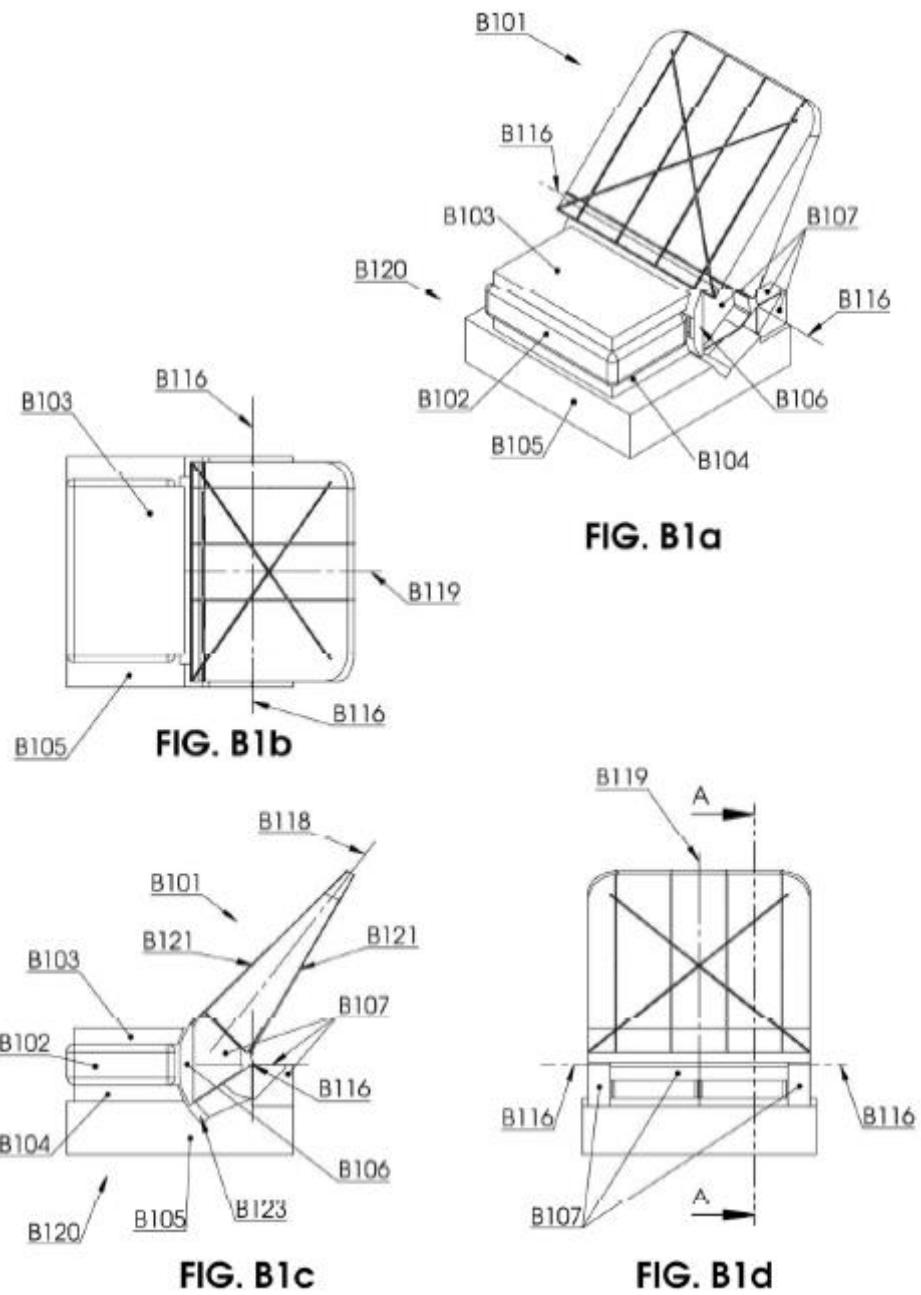
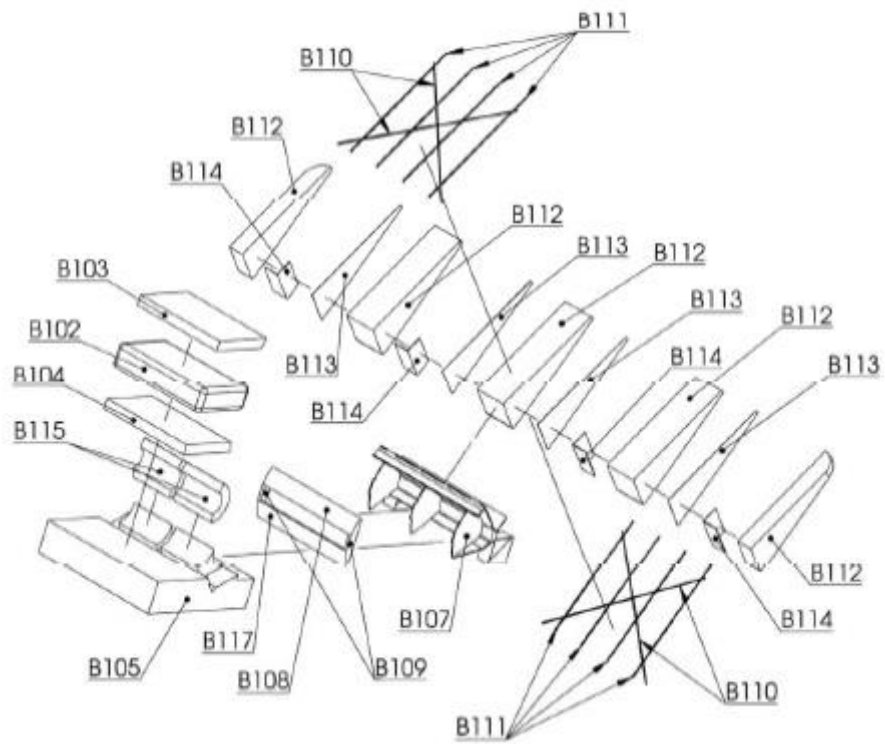
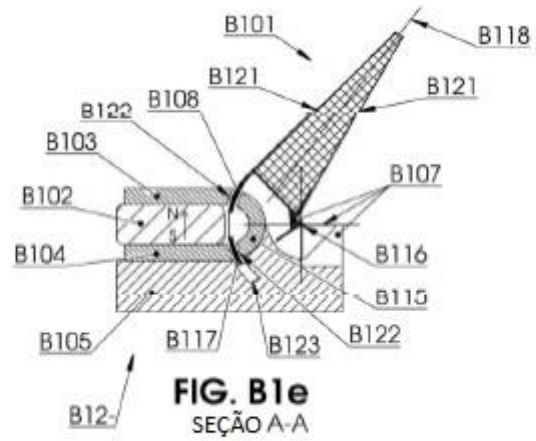
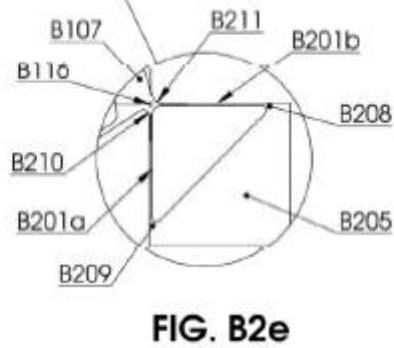
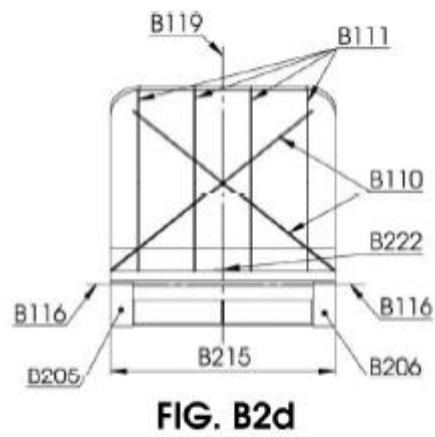
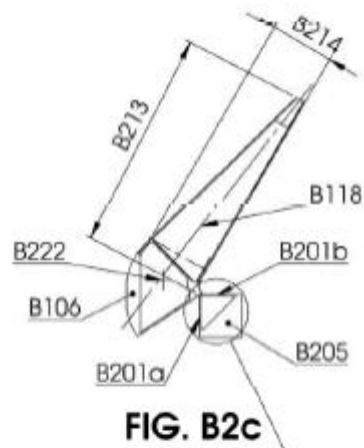
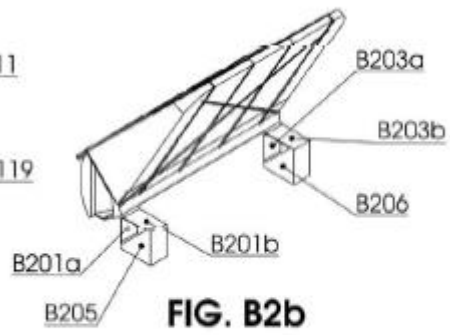
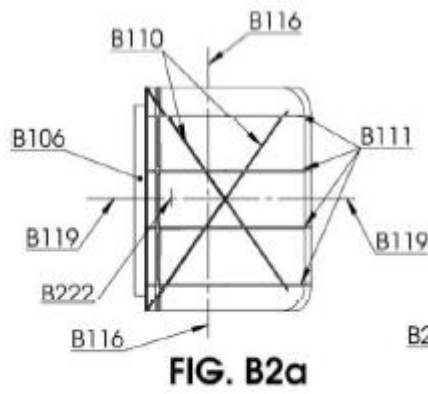


FIG. A15b







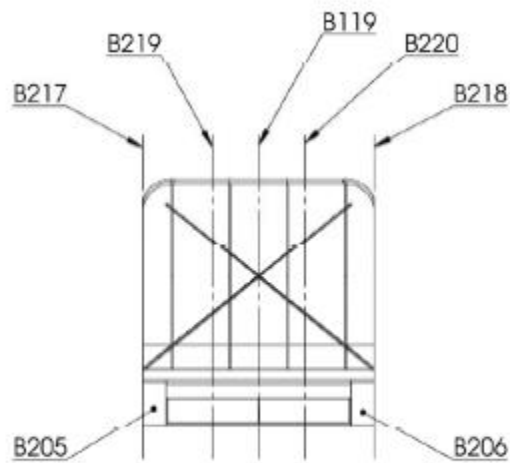


FIG. B2f

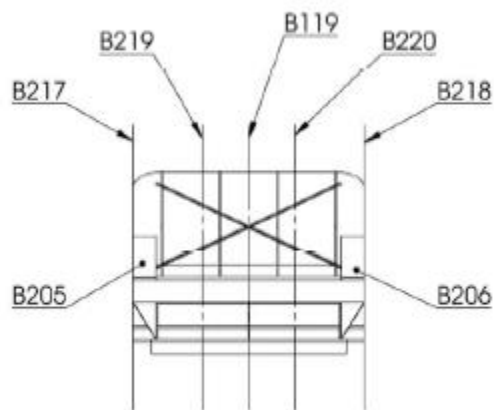


FIG. B2g

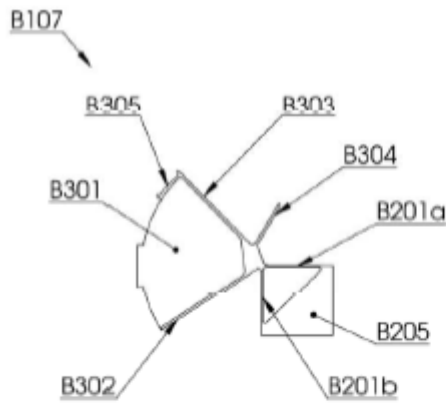


FIG. B3a

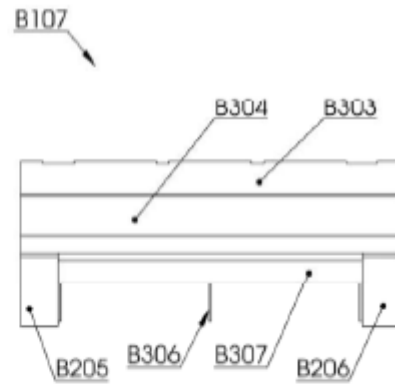


FIG. B3b

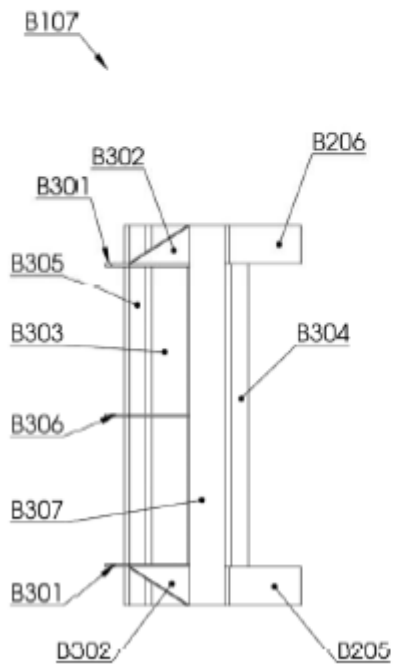


FIG. B3c

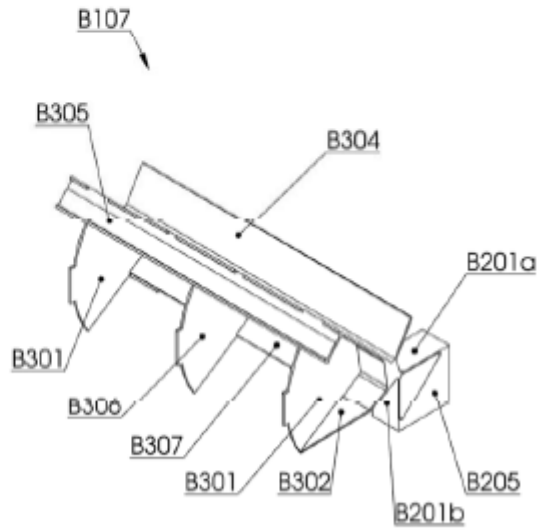


FIG. B3d

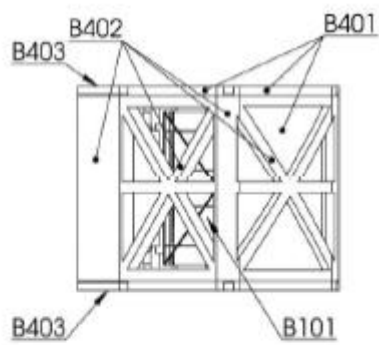


FIG. B4a

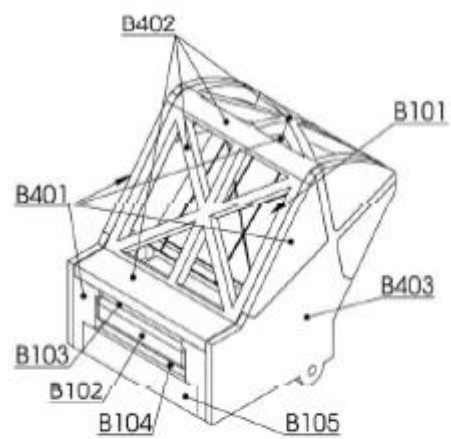


FIG. B4b

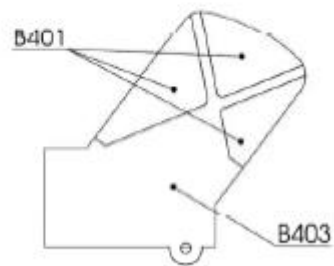


FIG. B4c

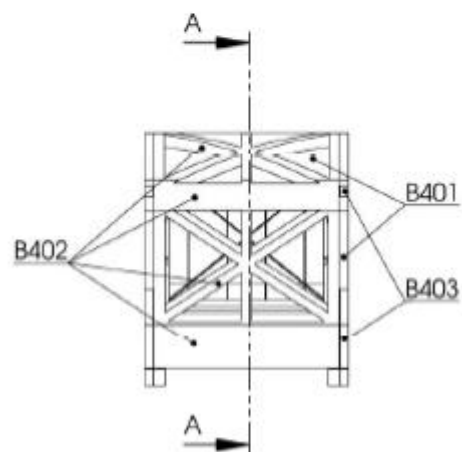


FIG. B4d

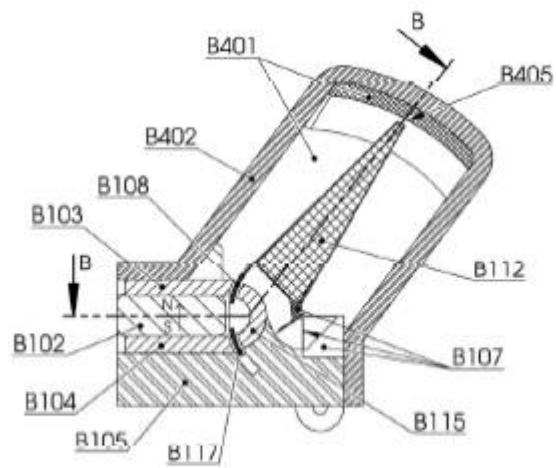


FIG. B4e
SEÇÃO A-A

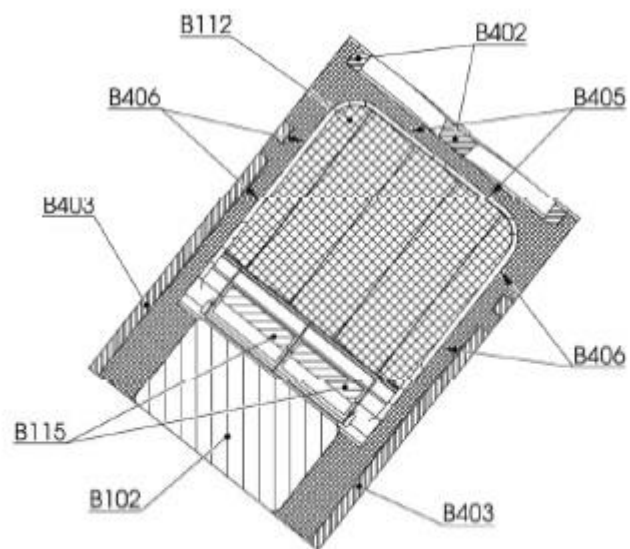
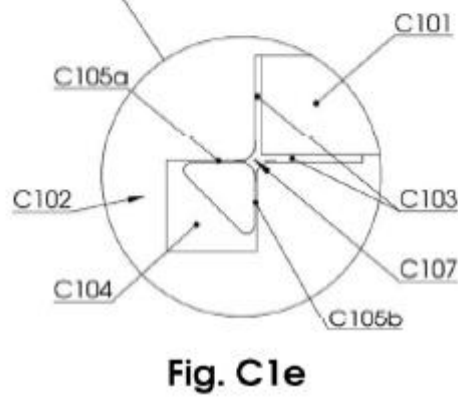
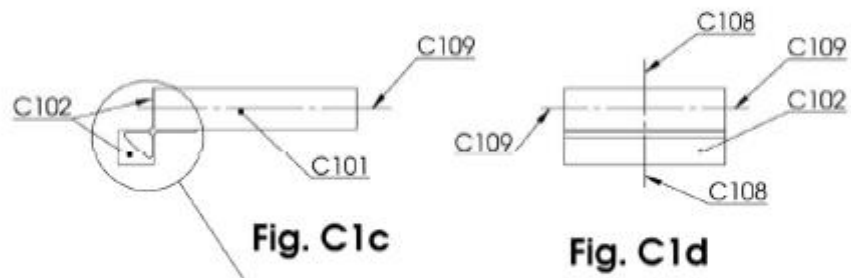
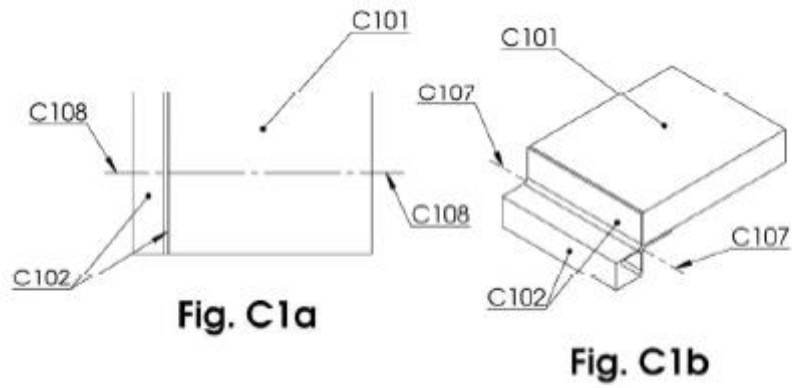
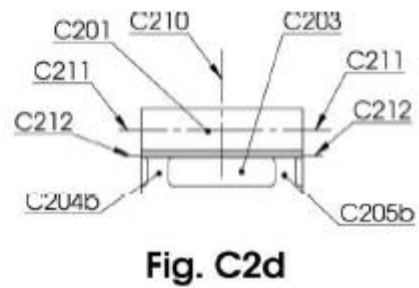
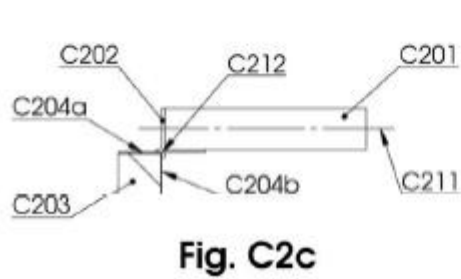
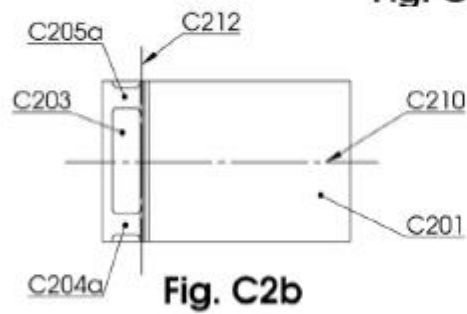
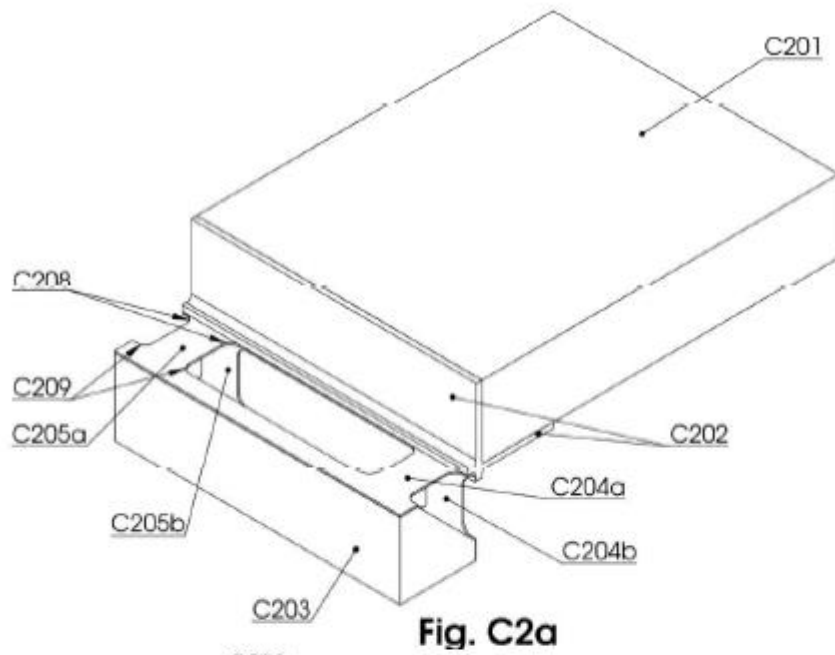
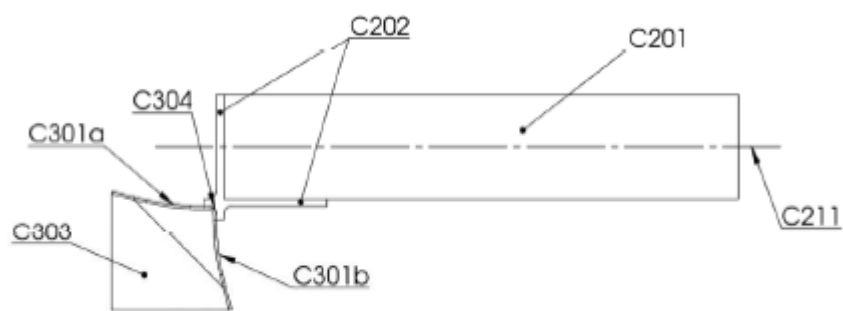
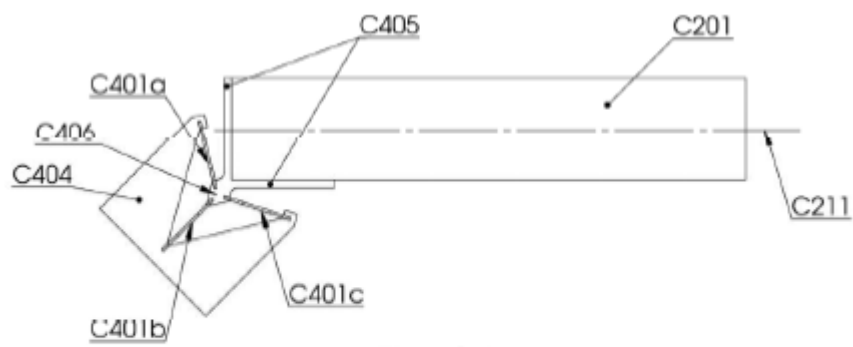


FIG. B4f
SEÇÃO B-B





**Fig. C3****Fig. C4**

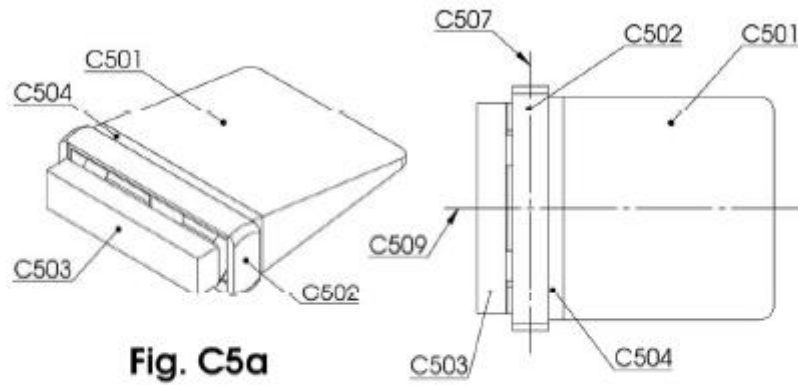


Fig. C5a

Fig. C5b

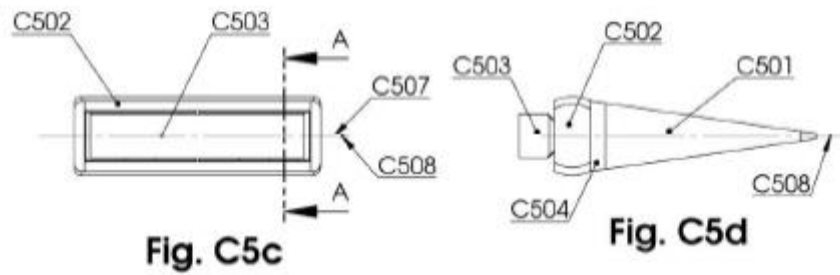
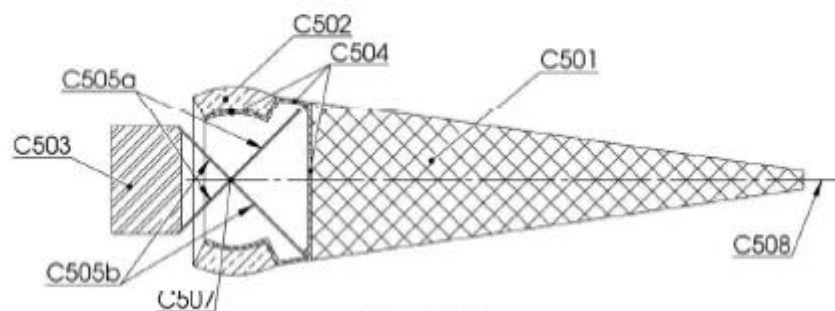


Fig. C5c

Fig. C5d

Fig. C5e
SECTION A-A

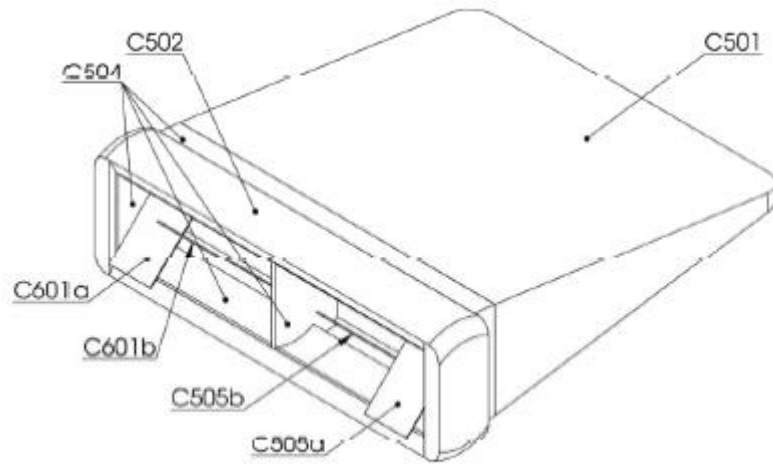


Fig. C6a

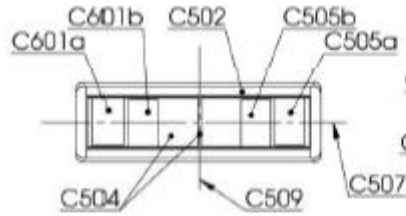


Fig. C6b

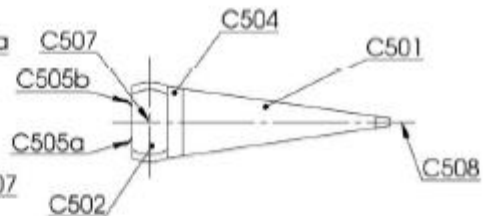


Fig. C6c

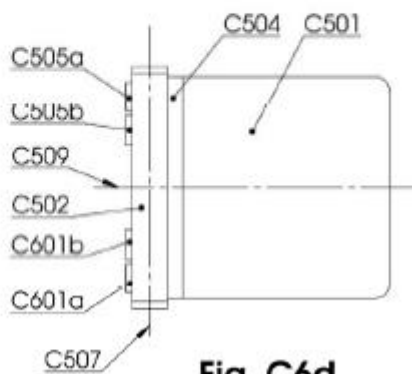
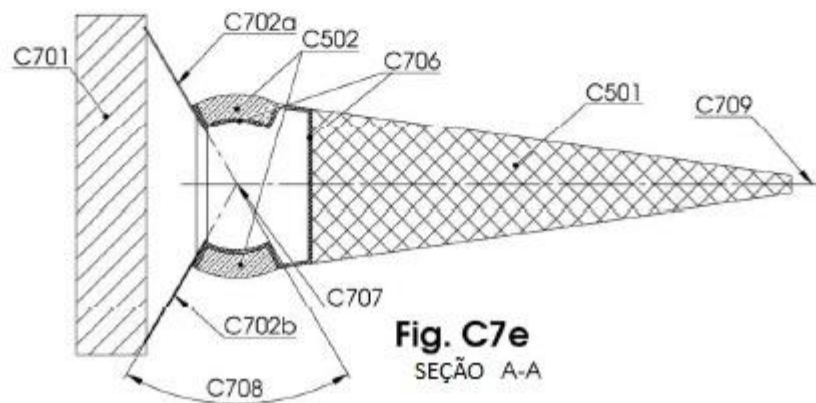
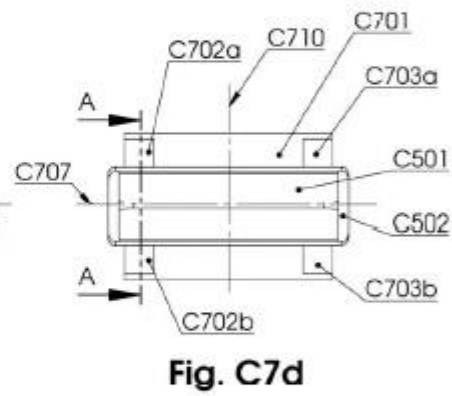
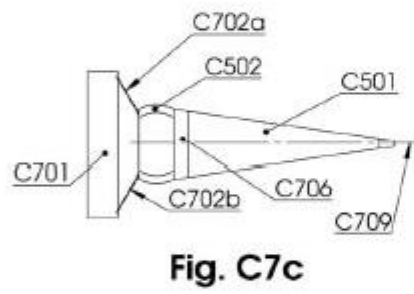
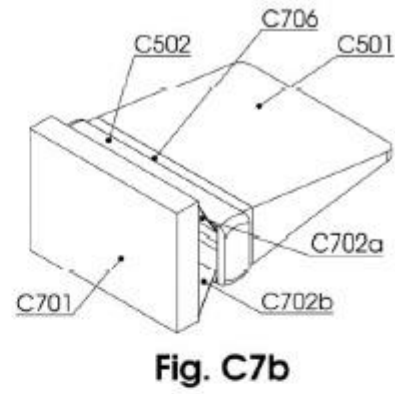
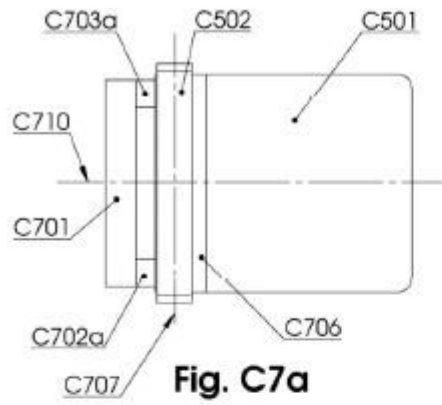
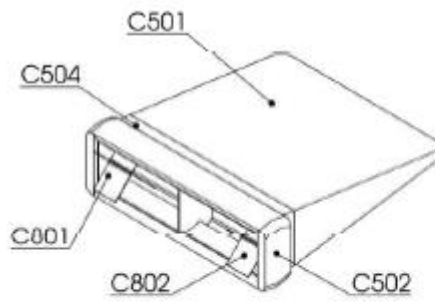
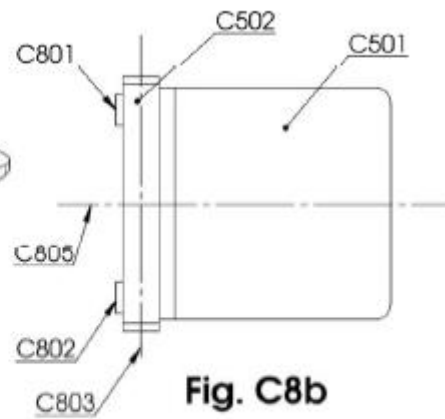
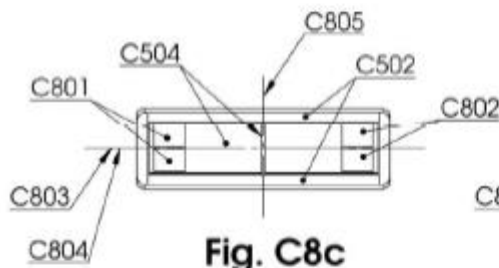
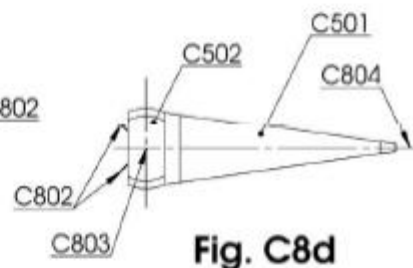
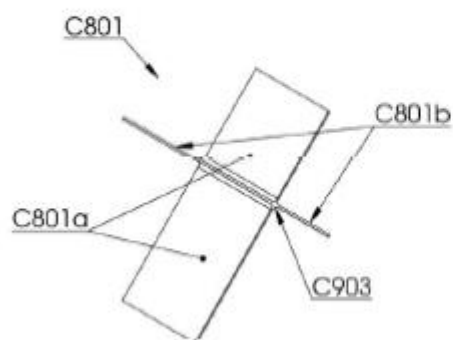
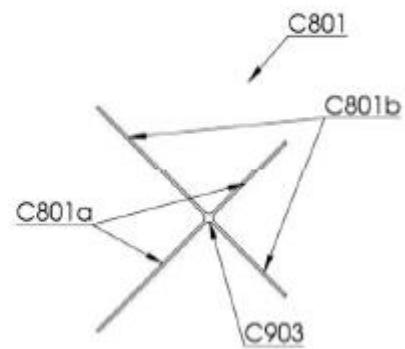


Fig. C6d



**Fig. C8a****Fig. C8b****Fig. C8c****Fig. C8d****Fig. C9a****Fig. C9b**

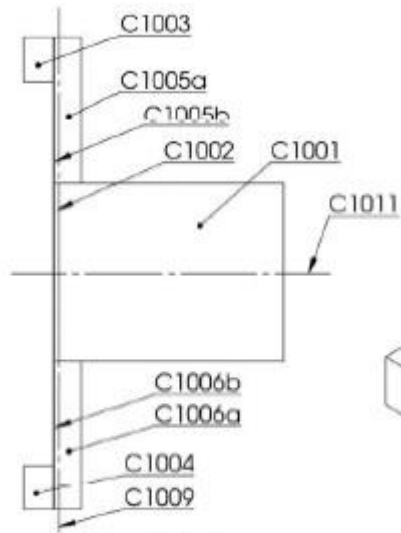


Fig. C10a

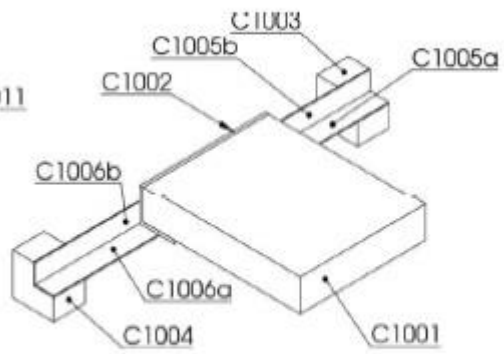


Fig. C10b

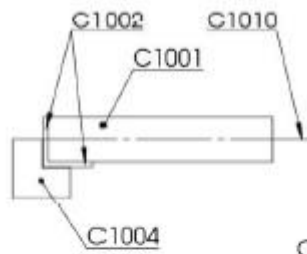


Fig. C10c

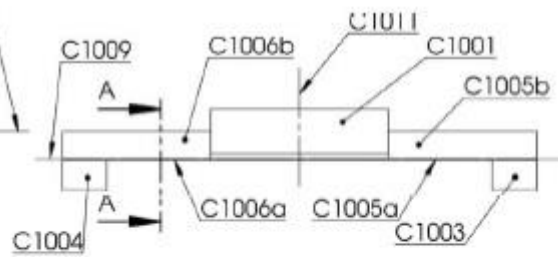
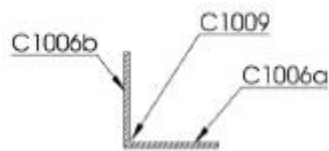
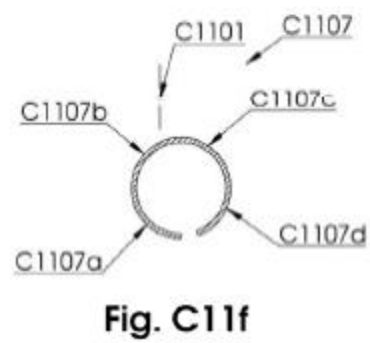
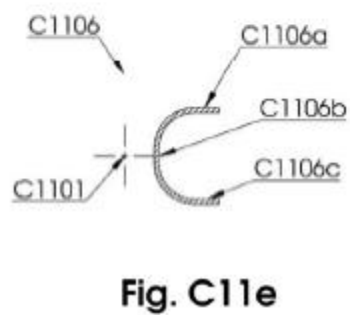
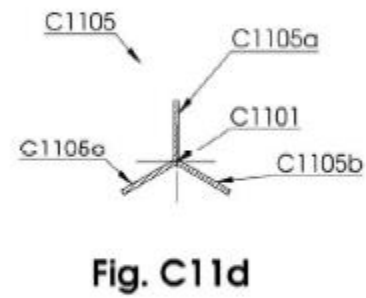
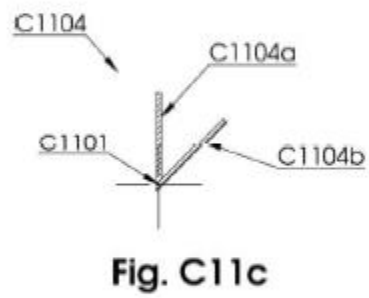
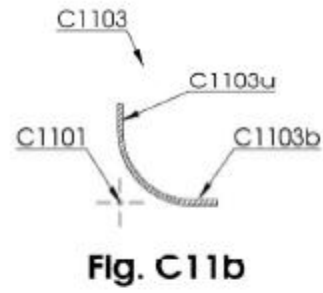
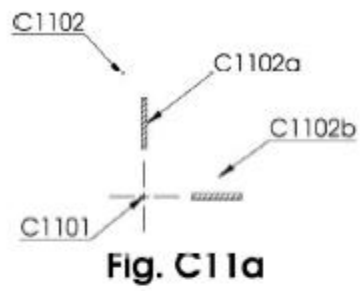
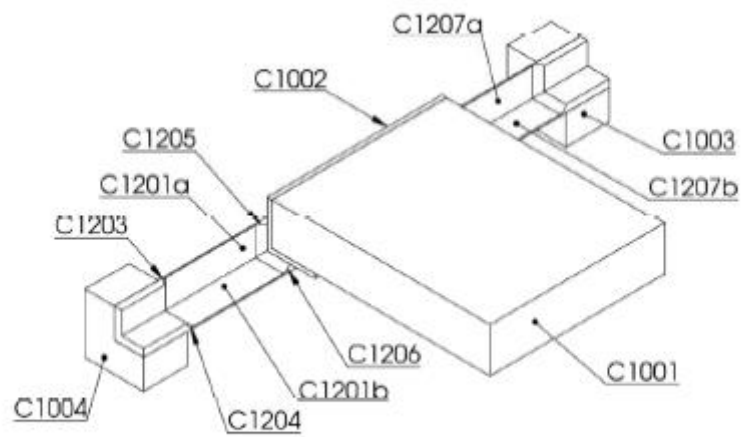
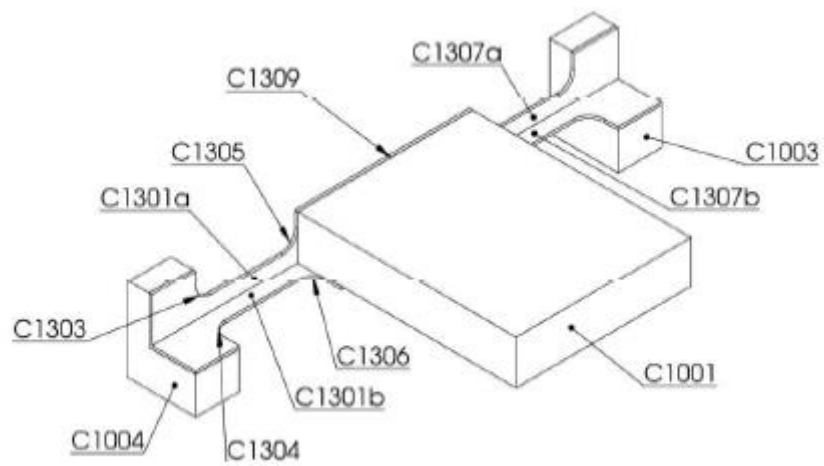
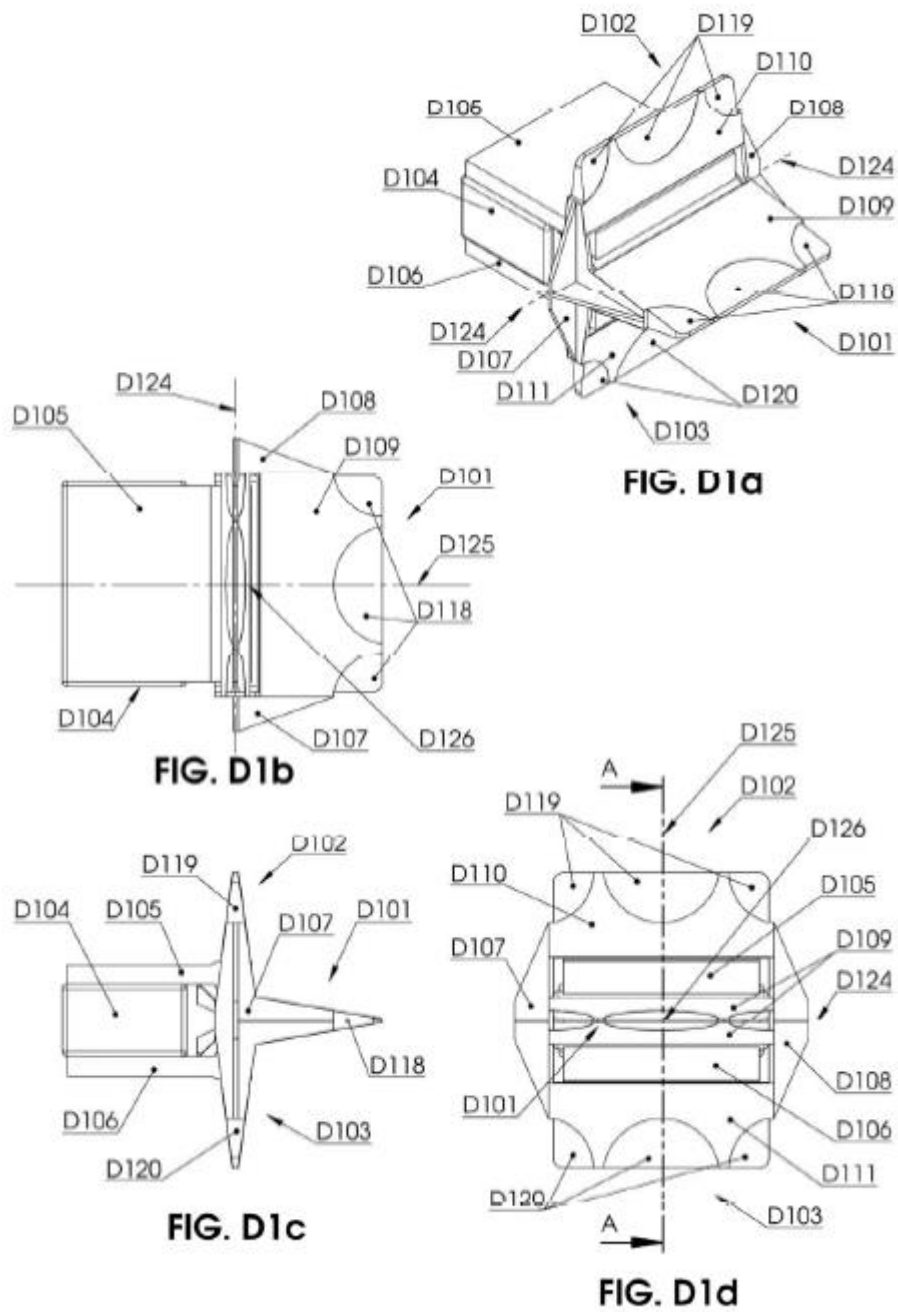


Fig. C10d

Fig. C10e
SEÇÃO A-A



**Fig. C12****Fig. C13**



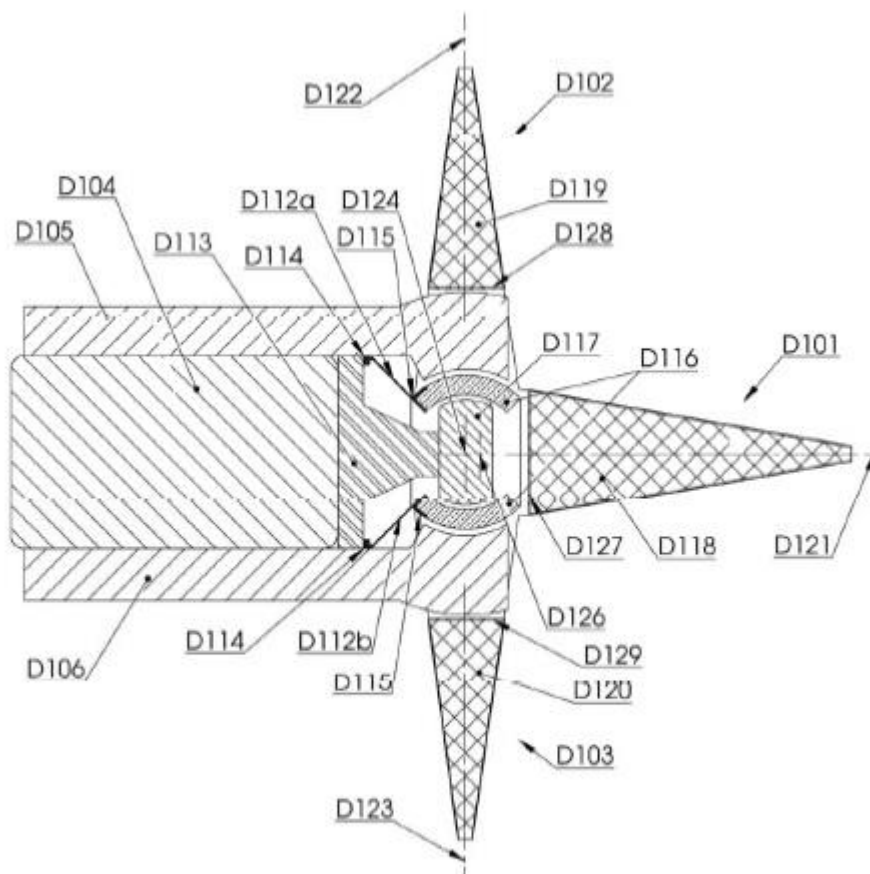
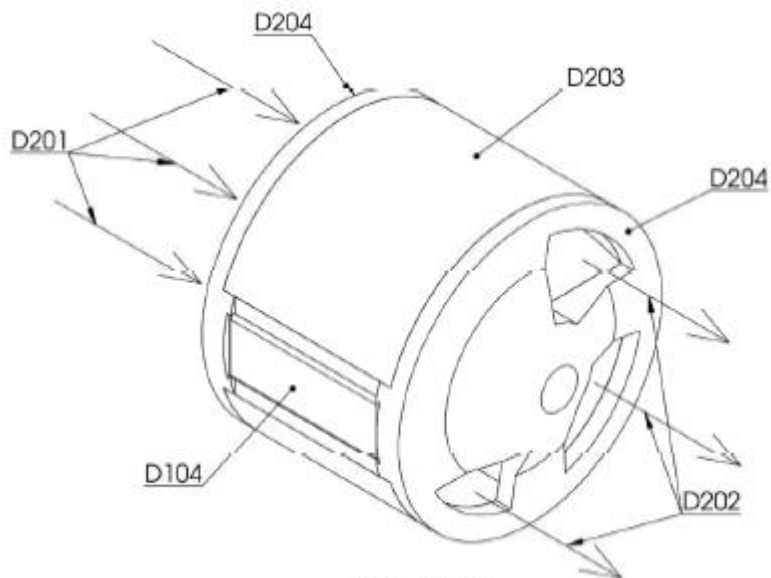
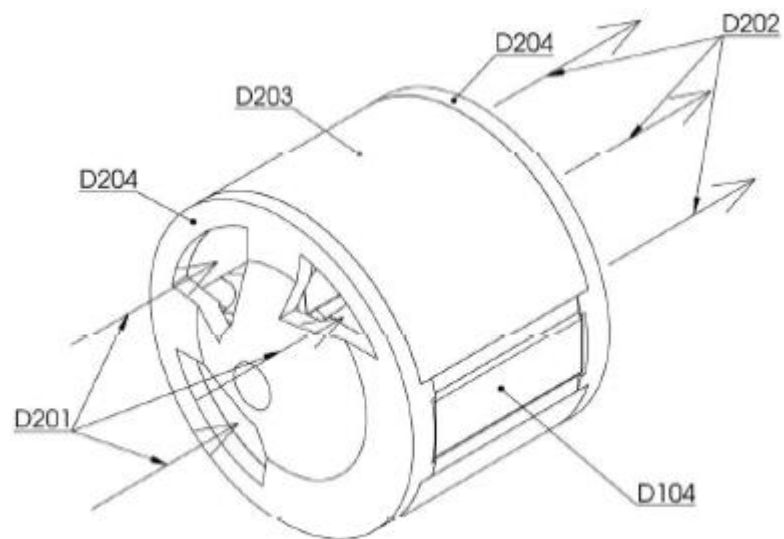


FIG. D1e
SEÇÃO A-A

**FIG. D2a****FIG. D2b**

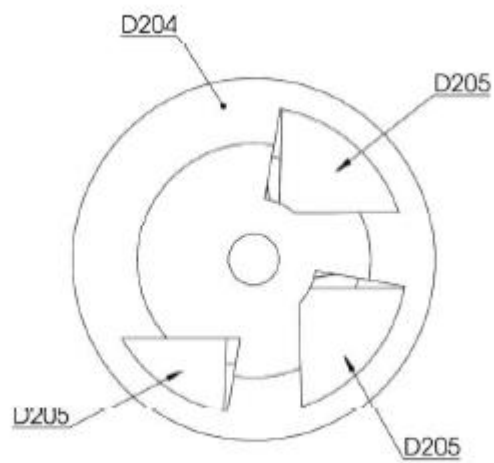


FIG. D2c

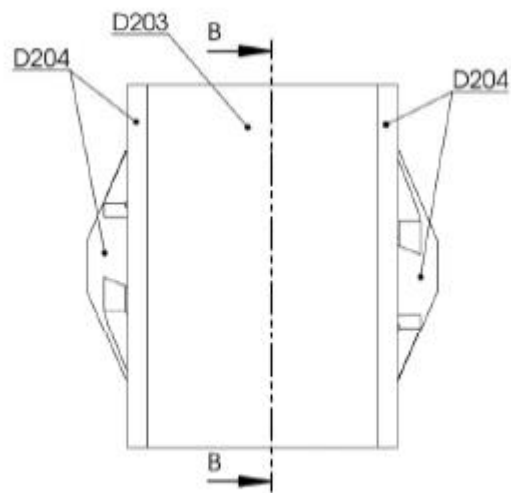
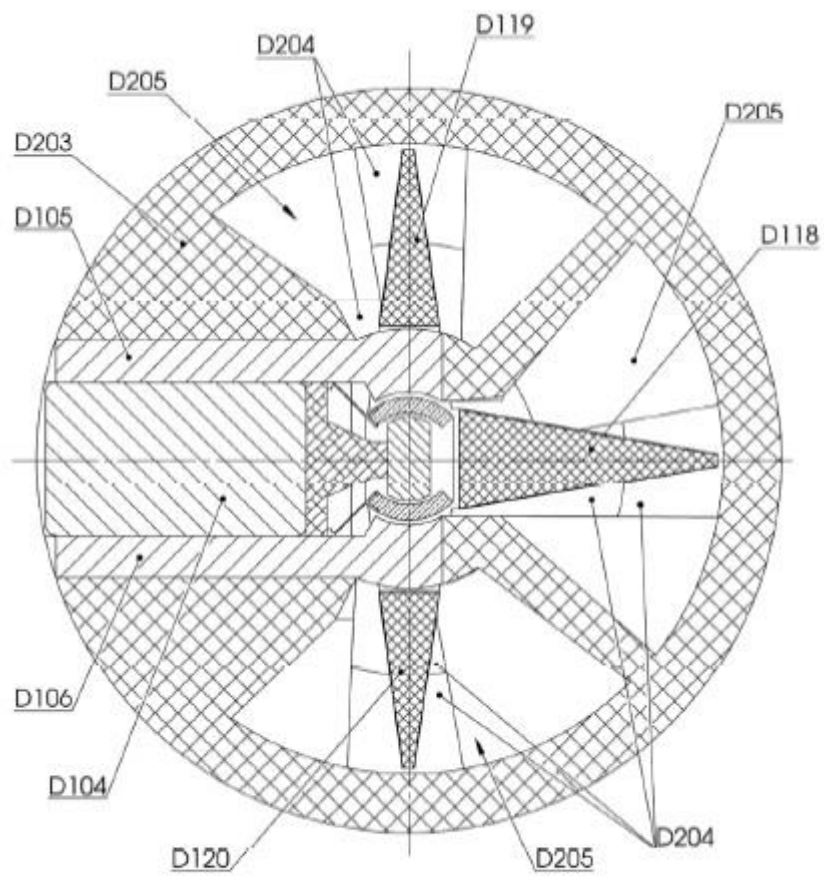
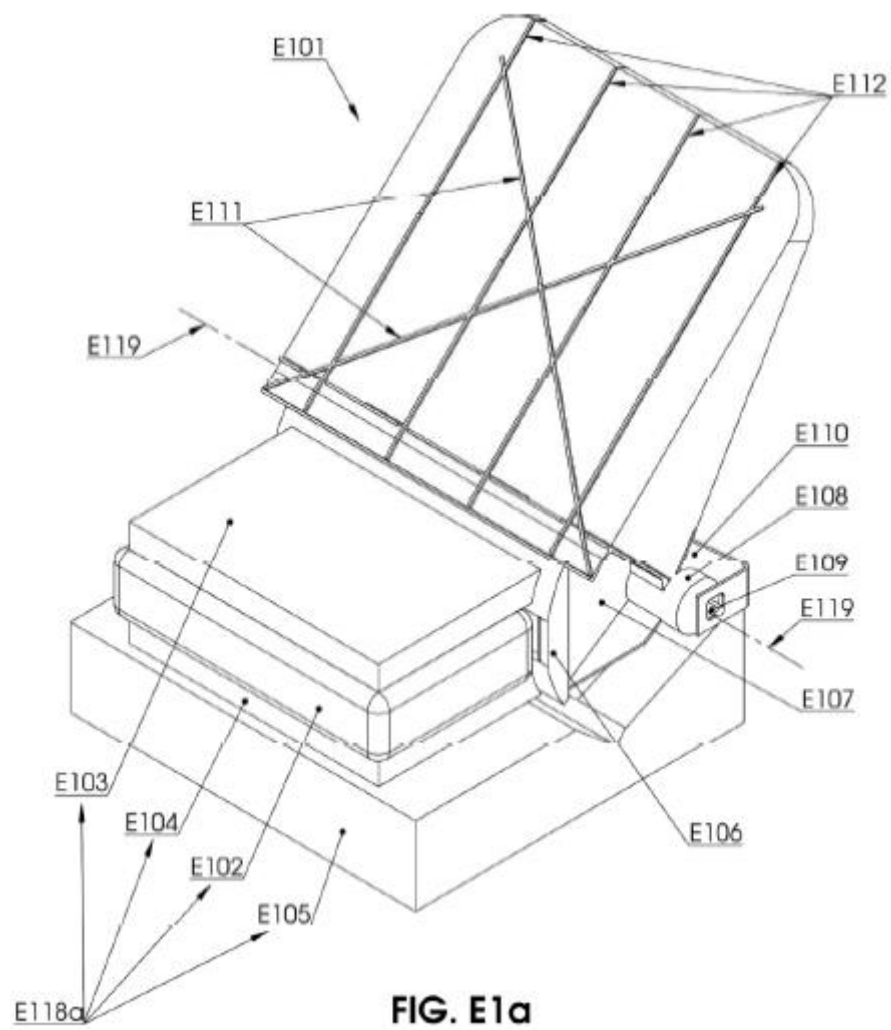
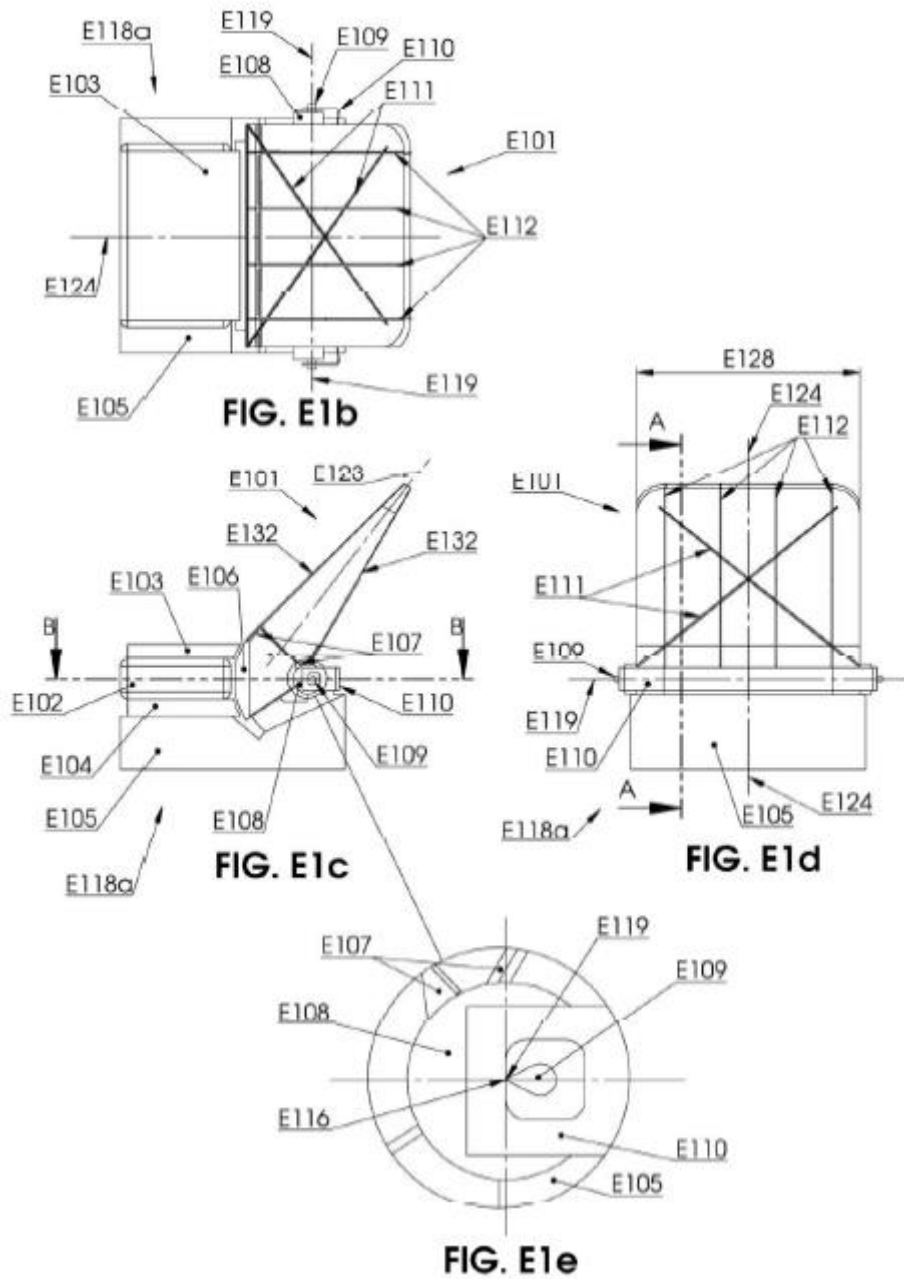
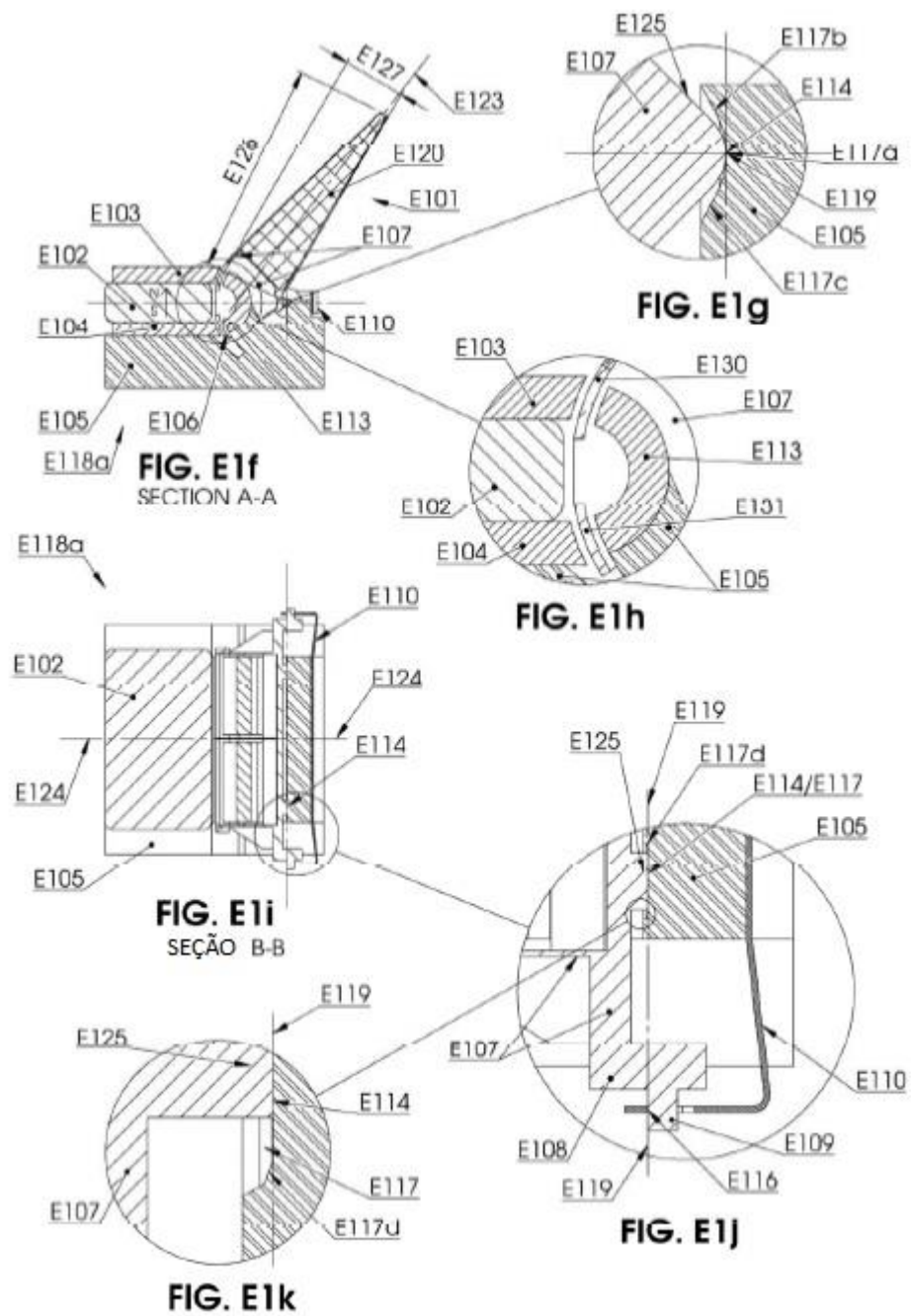


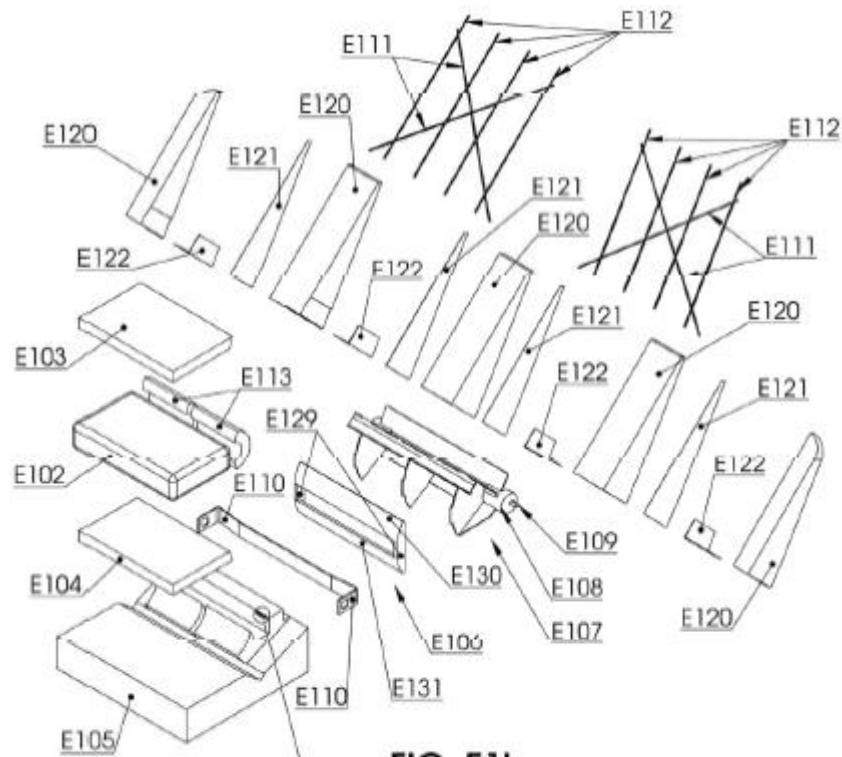
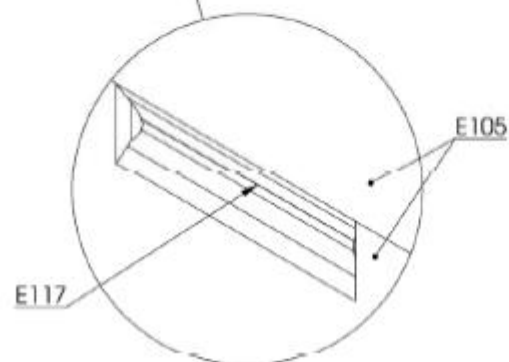
FIG. D2d

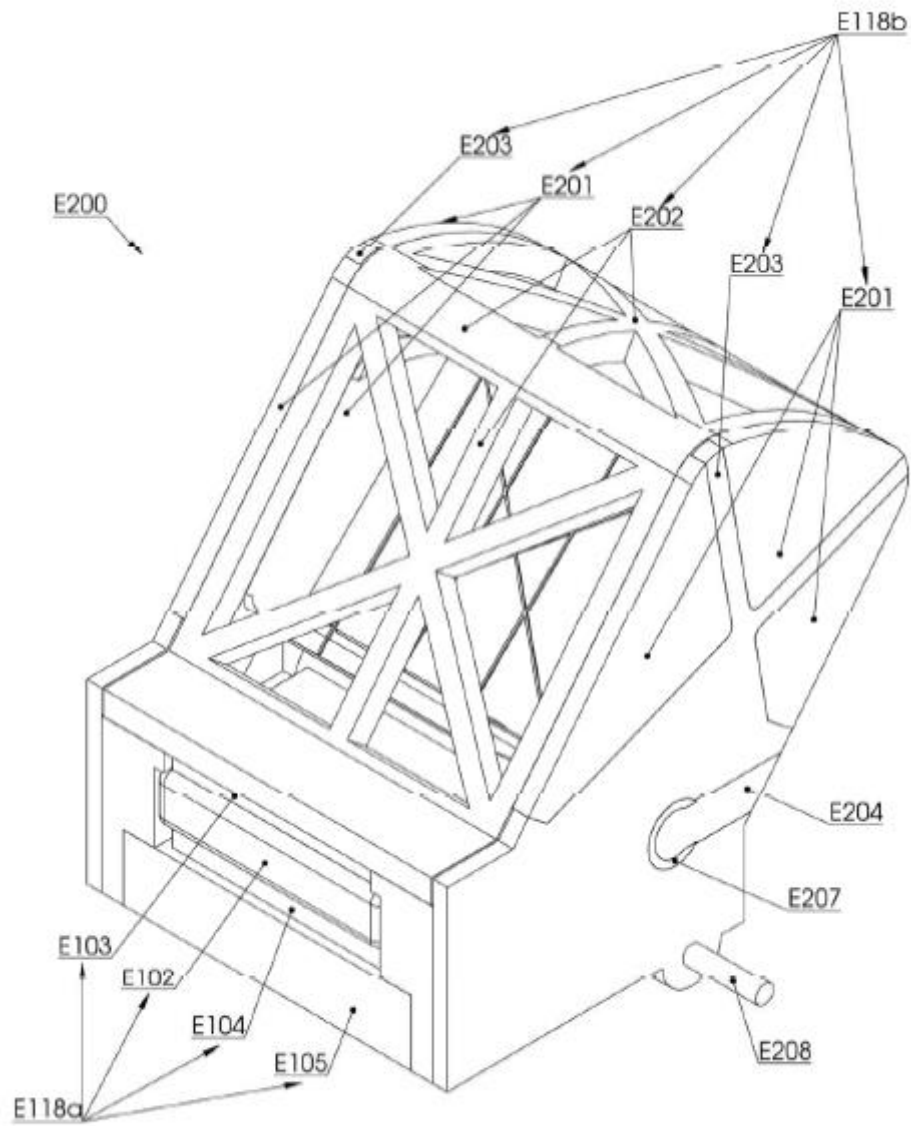


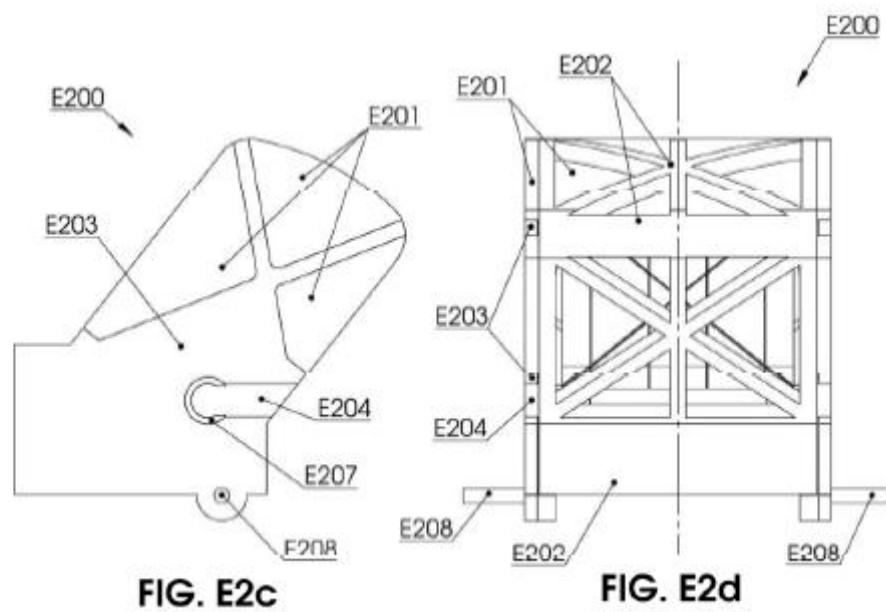
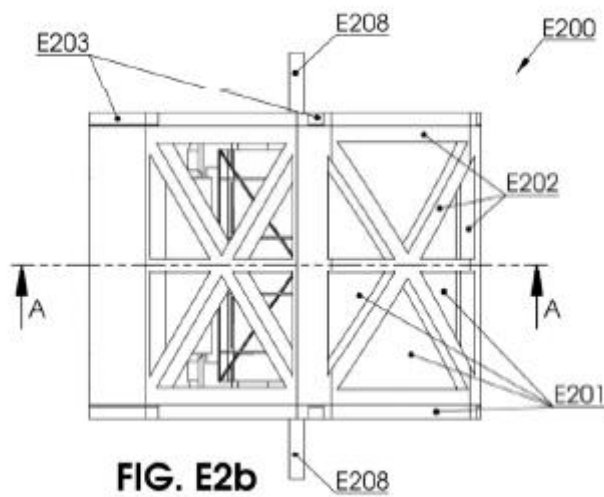


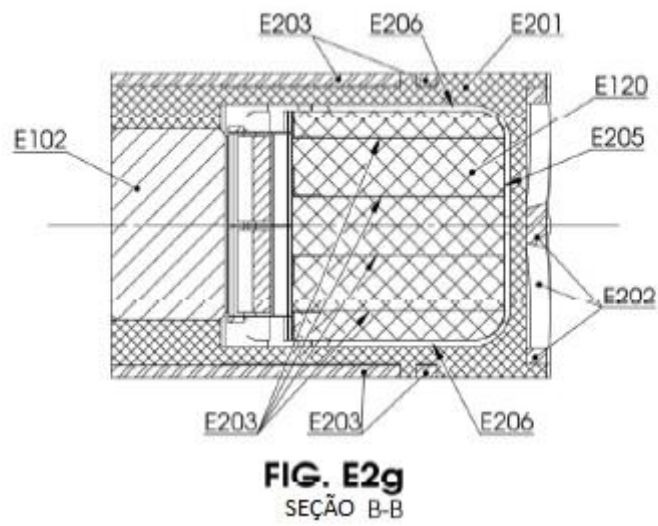
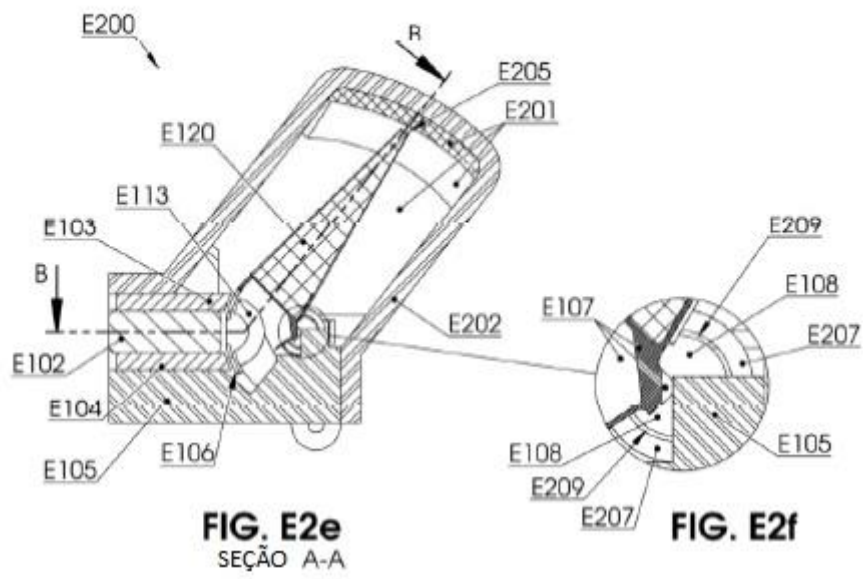


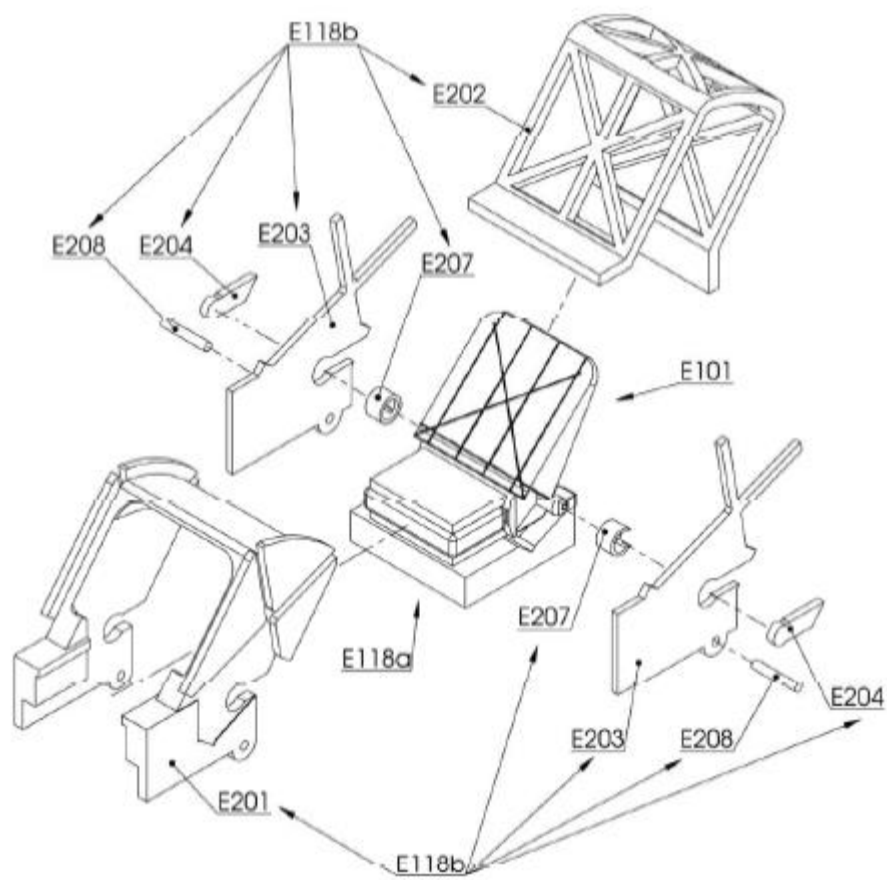


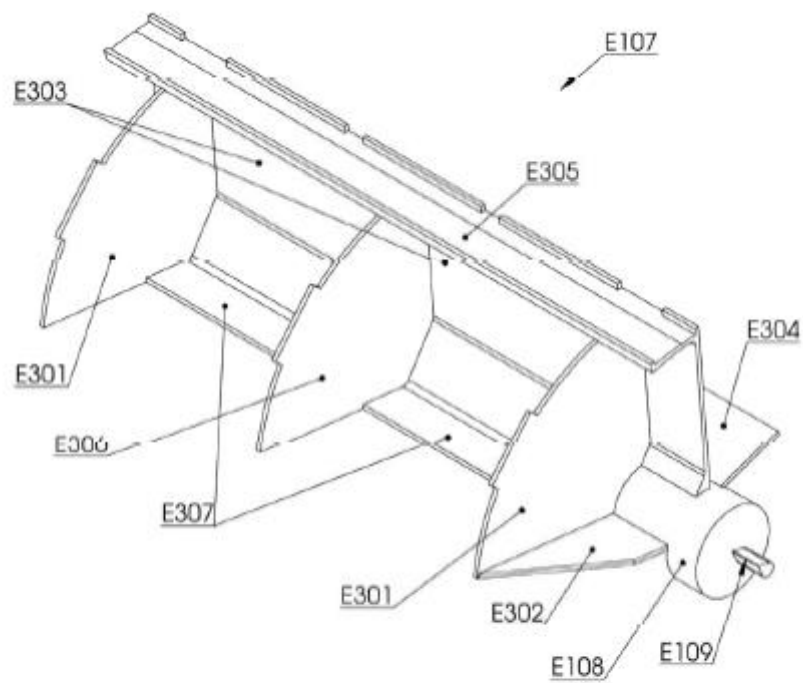
**FIG. E1I****FIG. E1m**

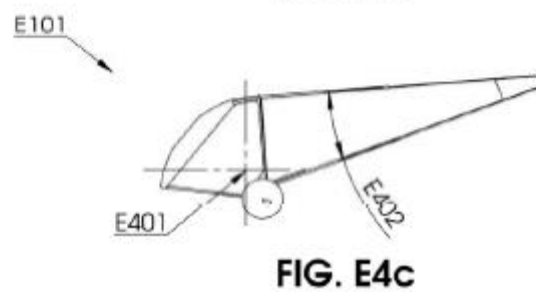
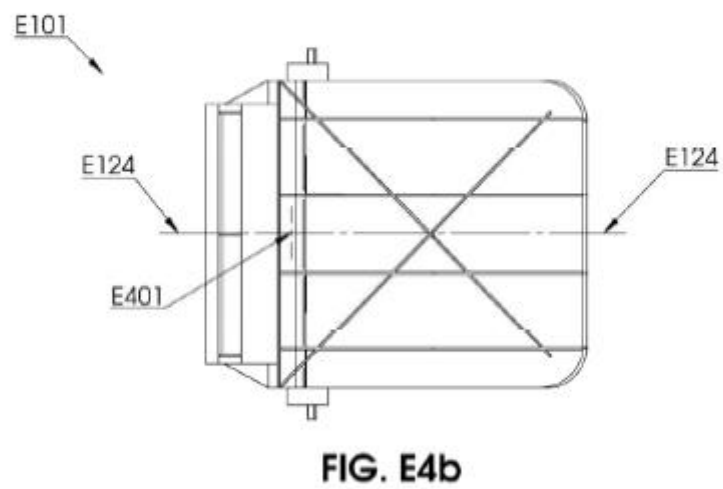
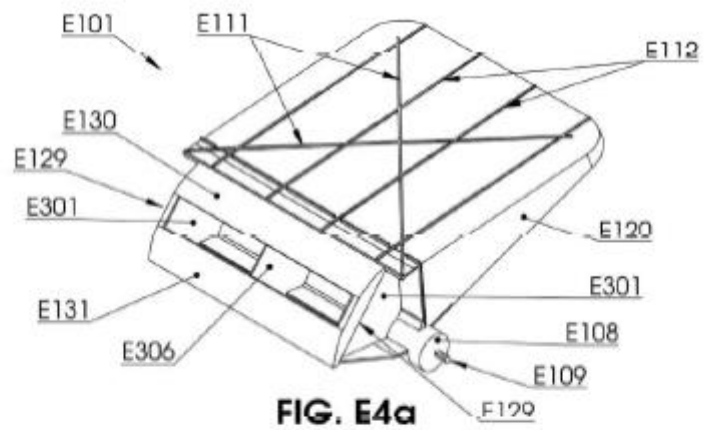
**FIG. E2a**

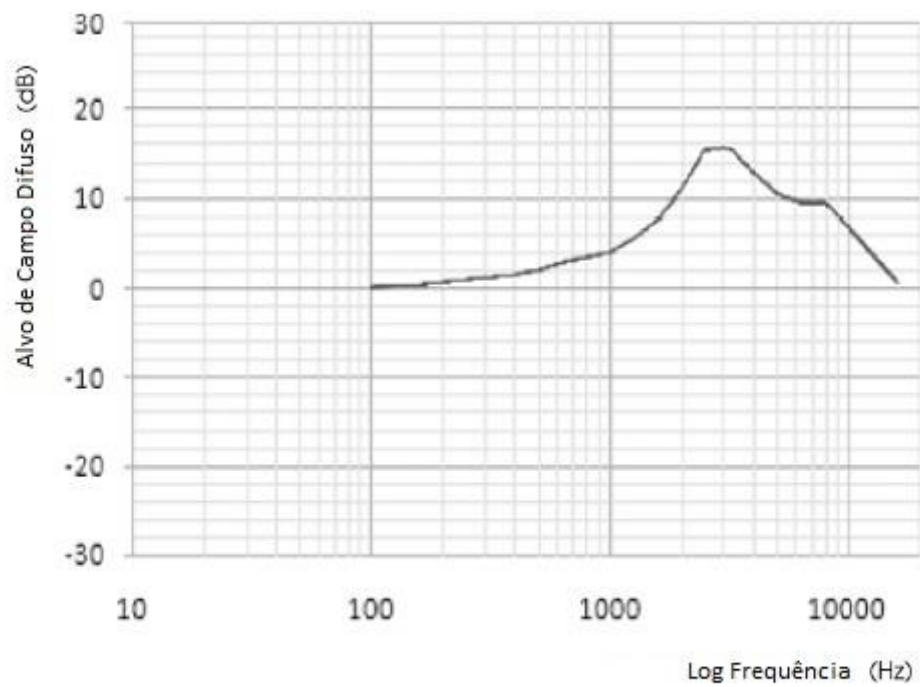


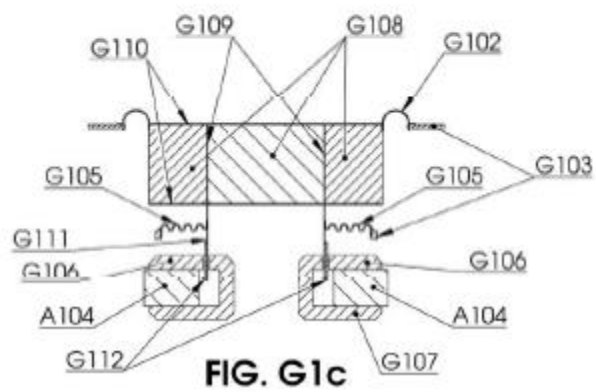
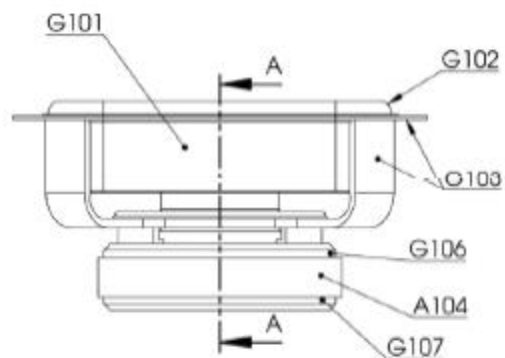
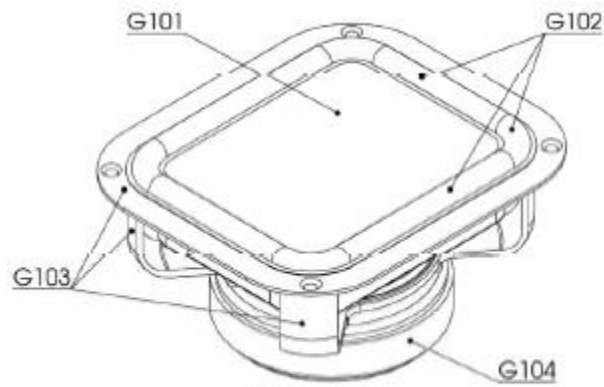


**FIG. E2h**

**FIG. E3a**



**FIG. F**



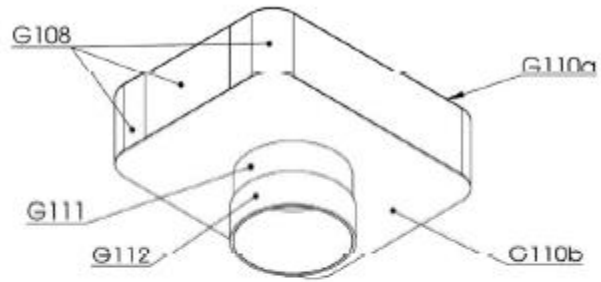


FIG. G2a

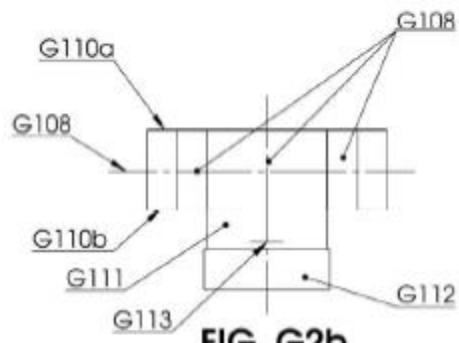


FIG. G2b

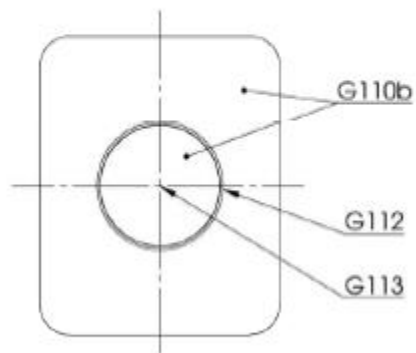
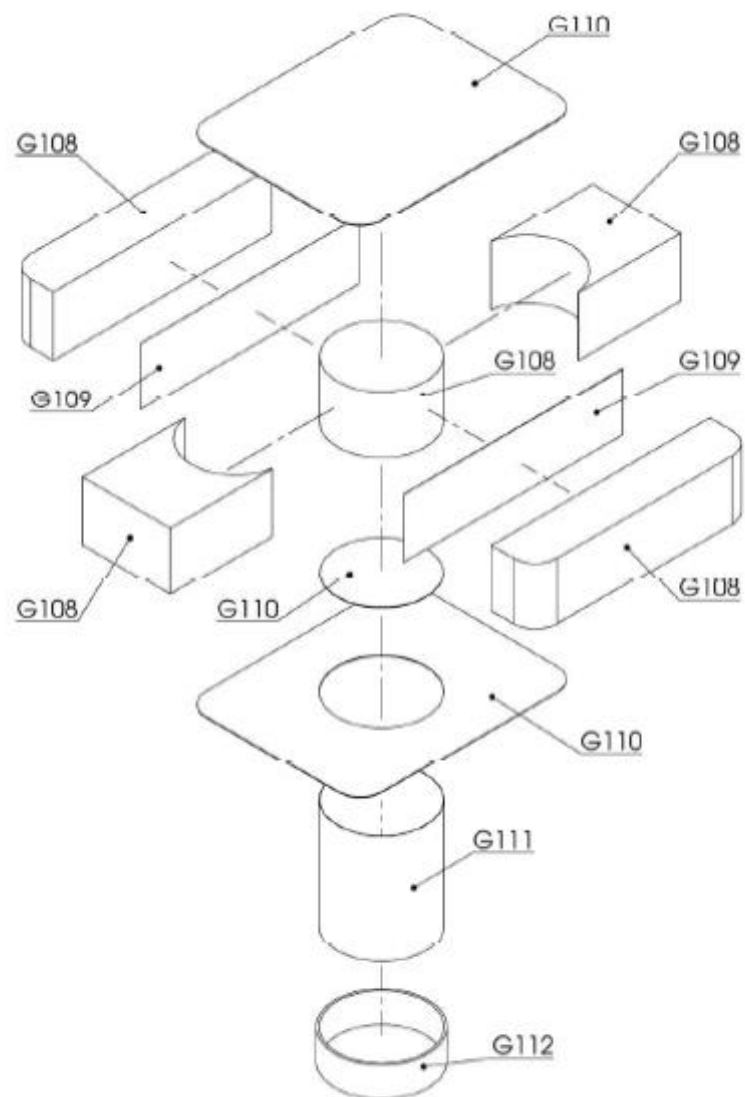
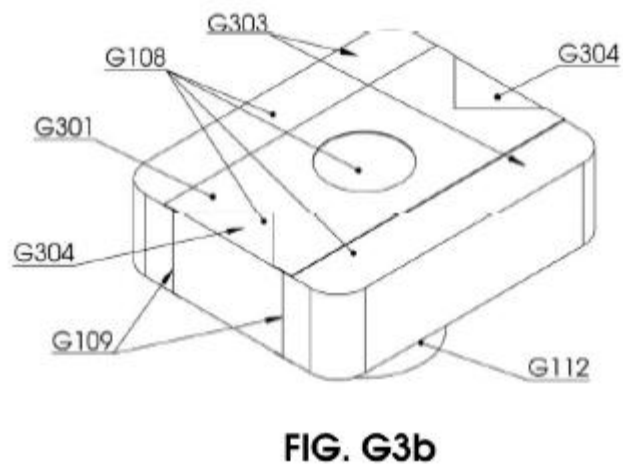
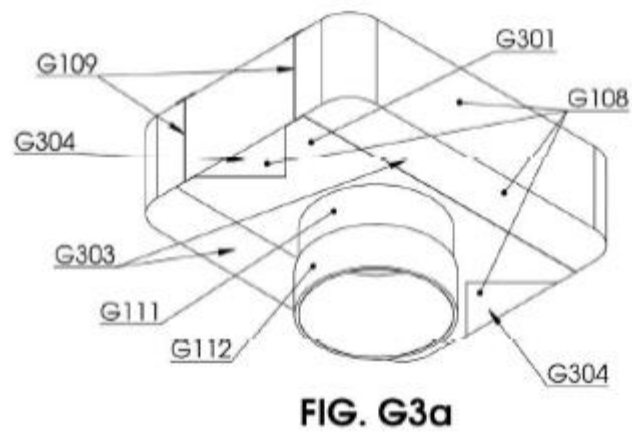


FIG. G2c

**FIG. G2d**



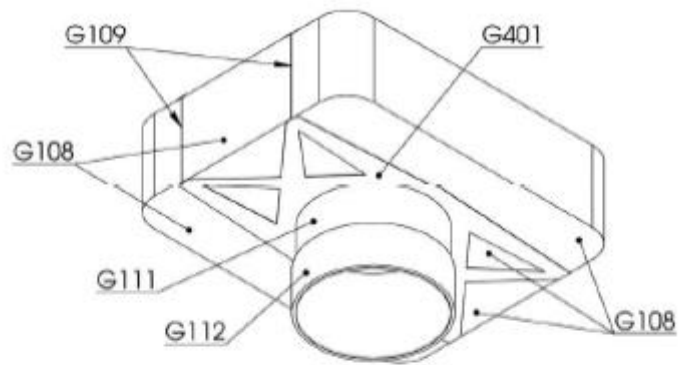


FIG. G4a

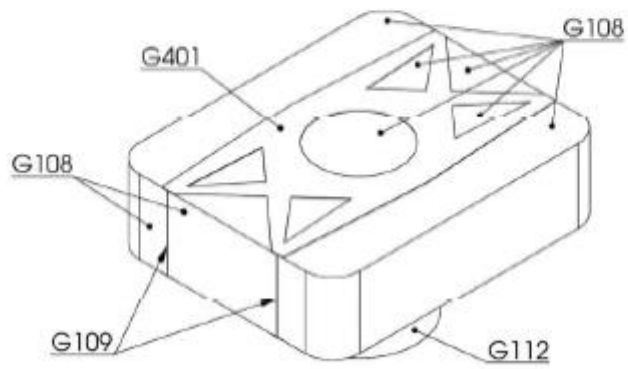
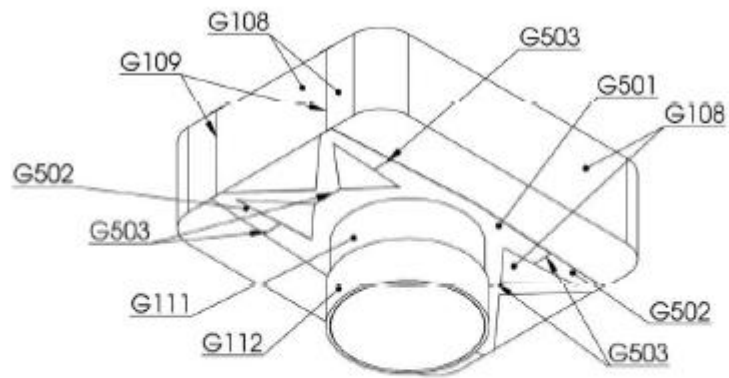
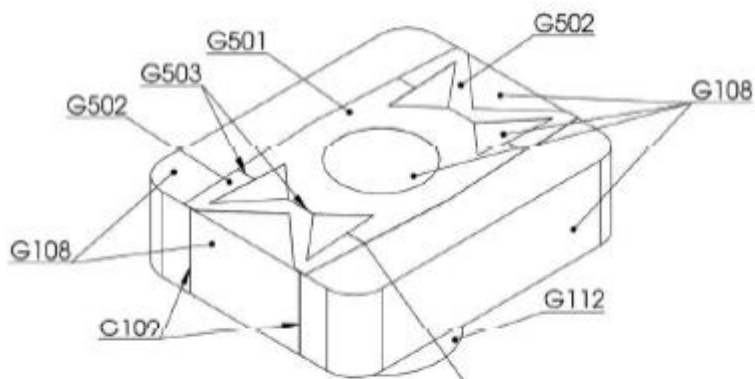
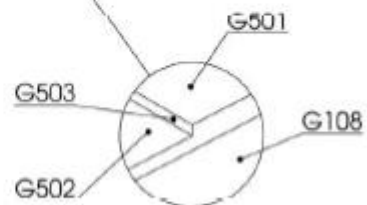
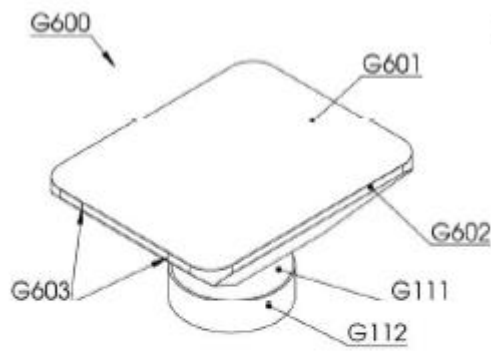
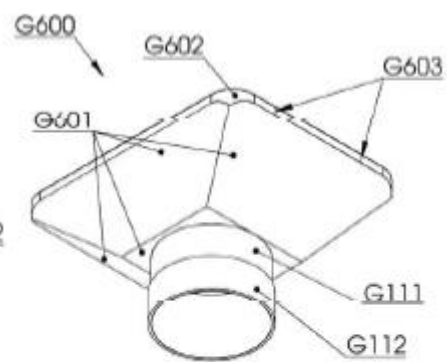
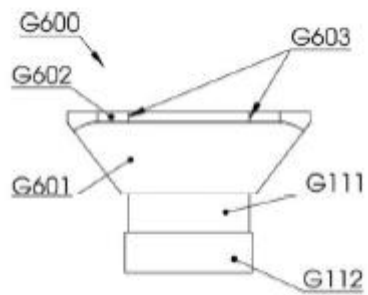
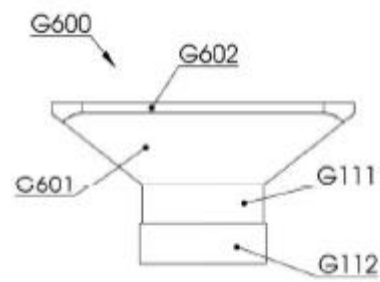
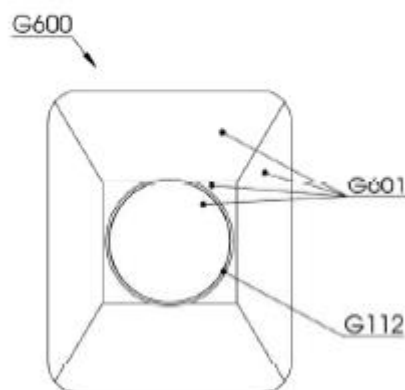
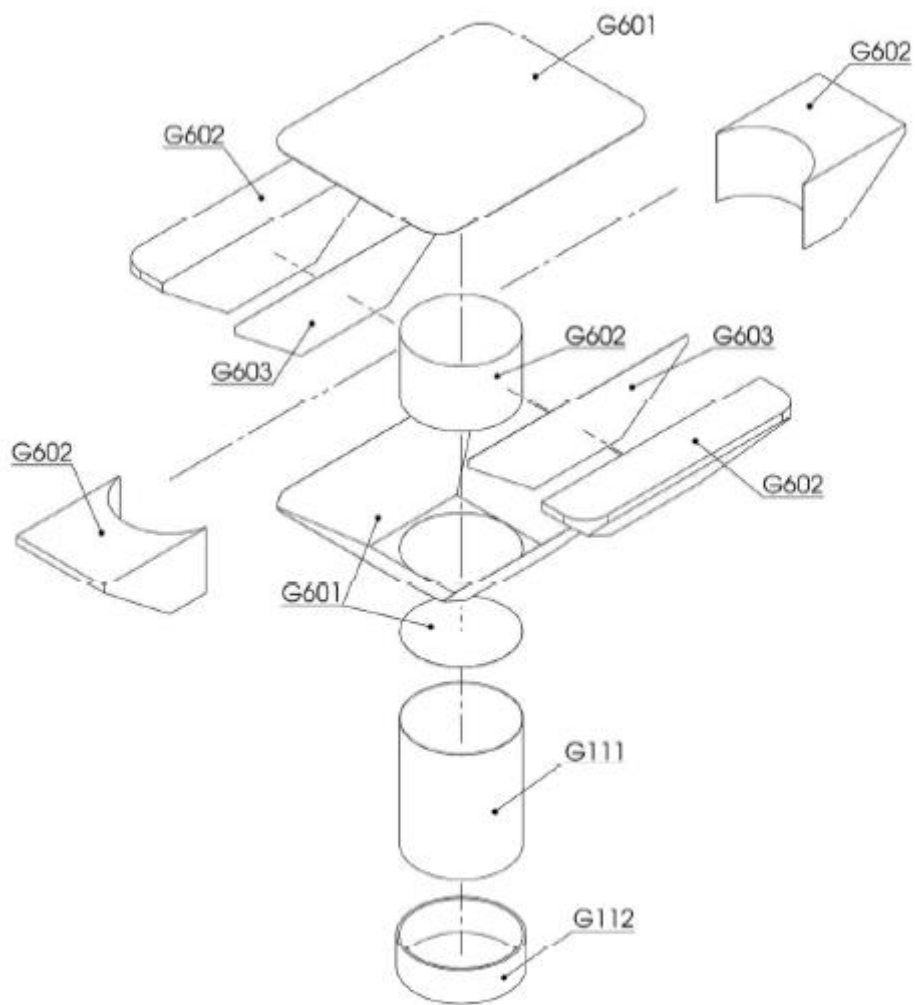


FIG. G4b

**FIG. G5a****FIG. G5b****FIG. G5c**

**FIG. G6a****FIG. G6b****FIG. G6c****FIG. G6d****FIG. G6e**

**FIG. G6f**

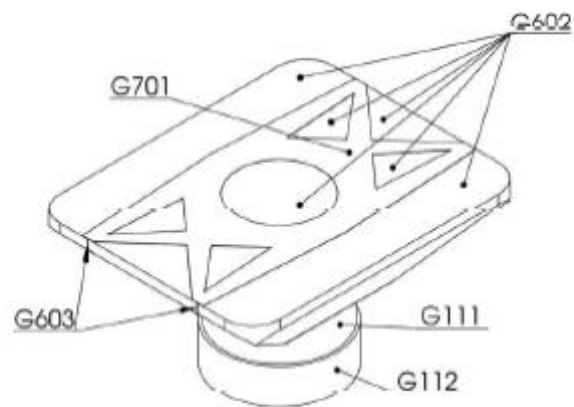


FIG. G7a

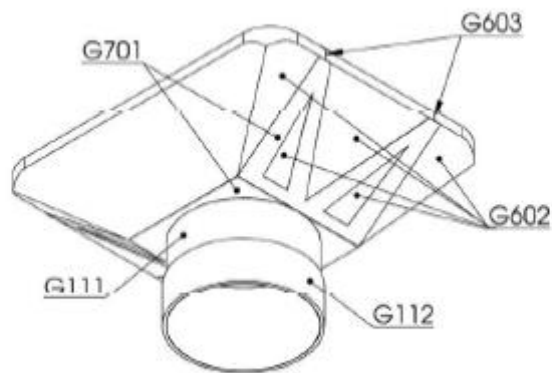
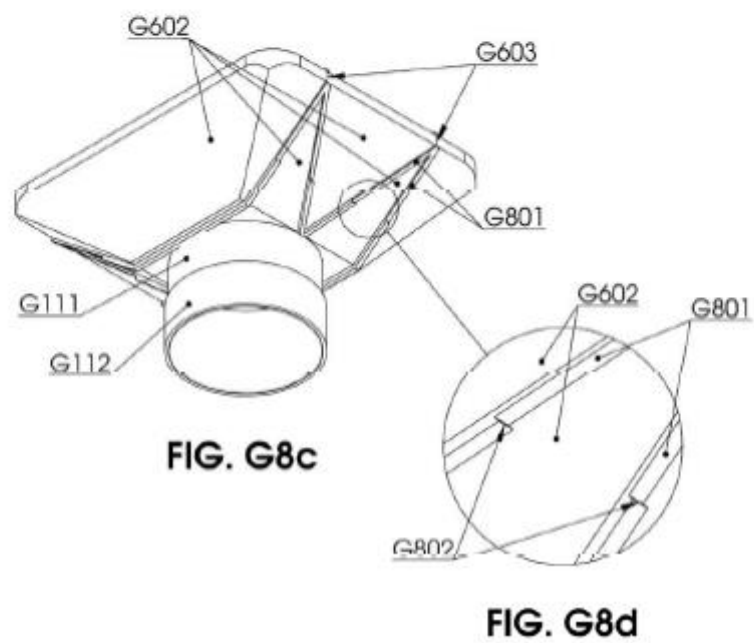
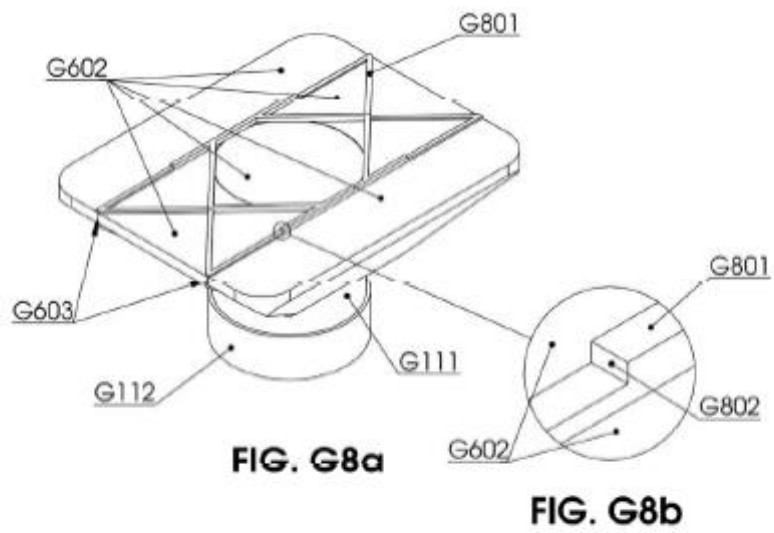


FIG. G7b



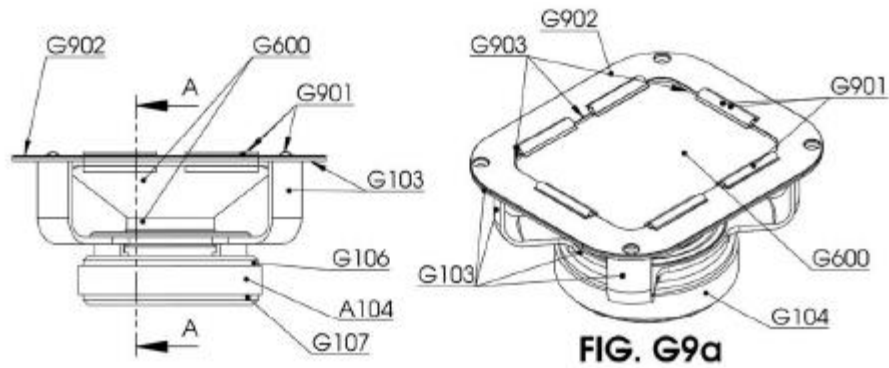


FIG. G9b

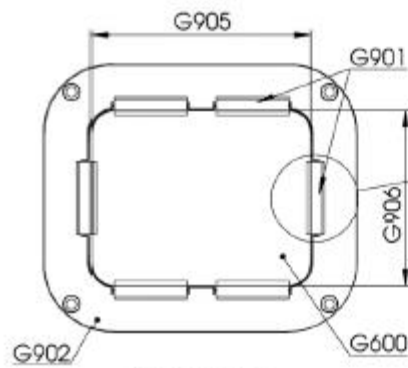


FIG. G9c

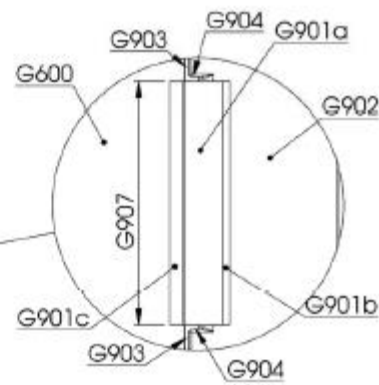


FIG. G9d

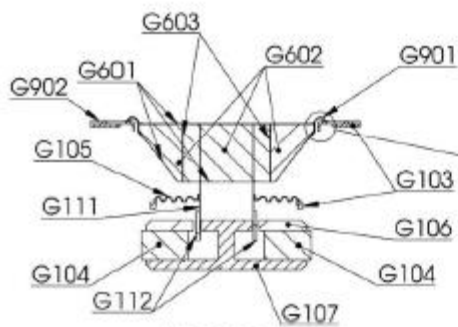


FIG. G9e

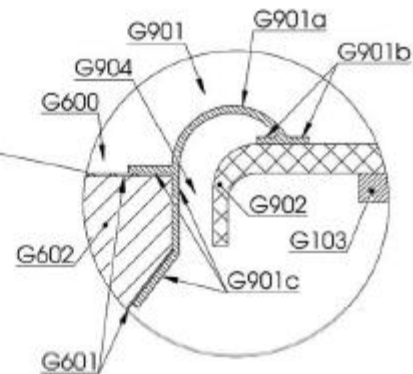
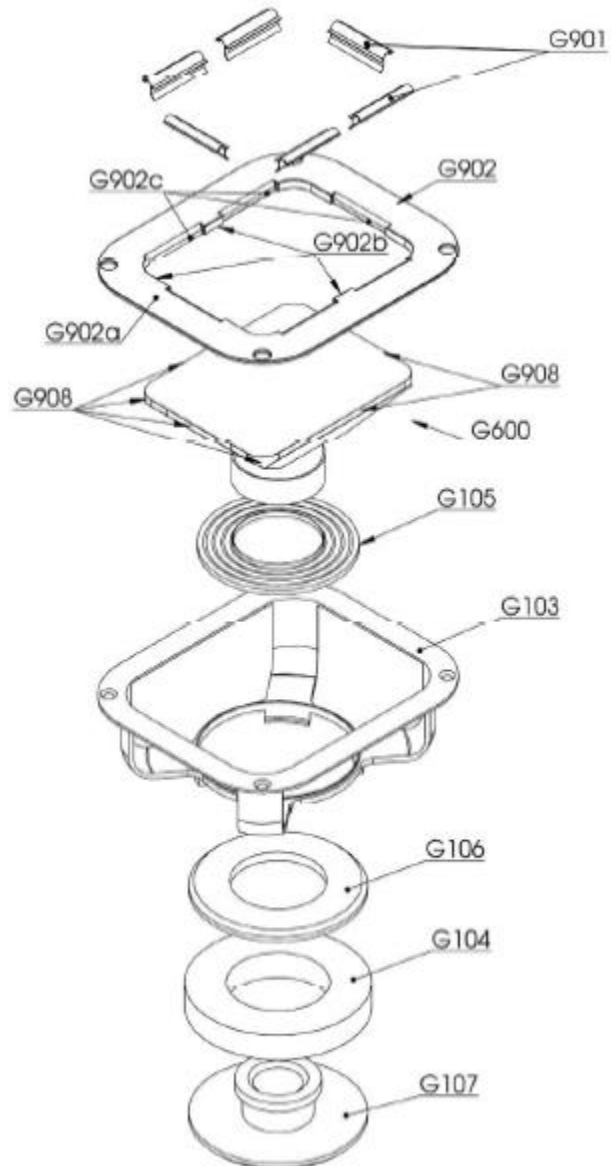
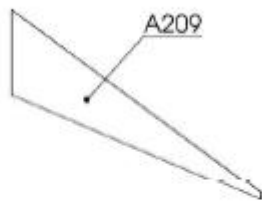
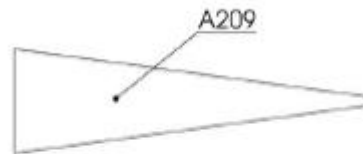
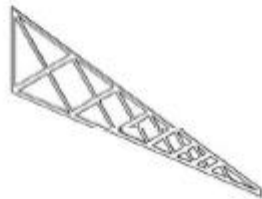
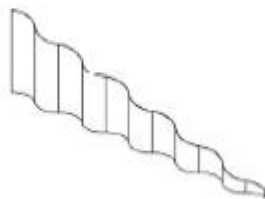
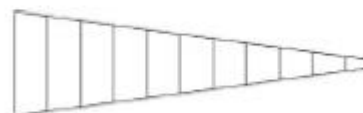


FIG. G9f

**FIG.G9g**

**FIG. H1a****FIG. H1b****FIG. H1c****FIG. H1d****FIG. H1e****FIG. H1f**

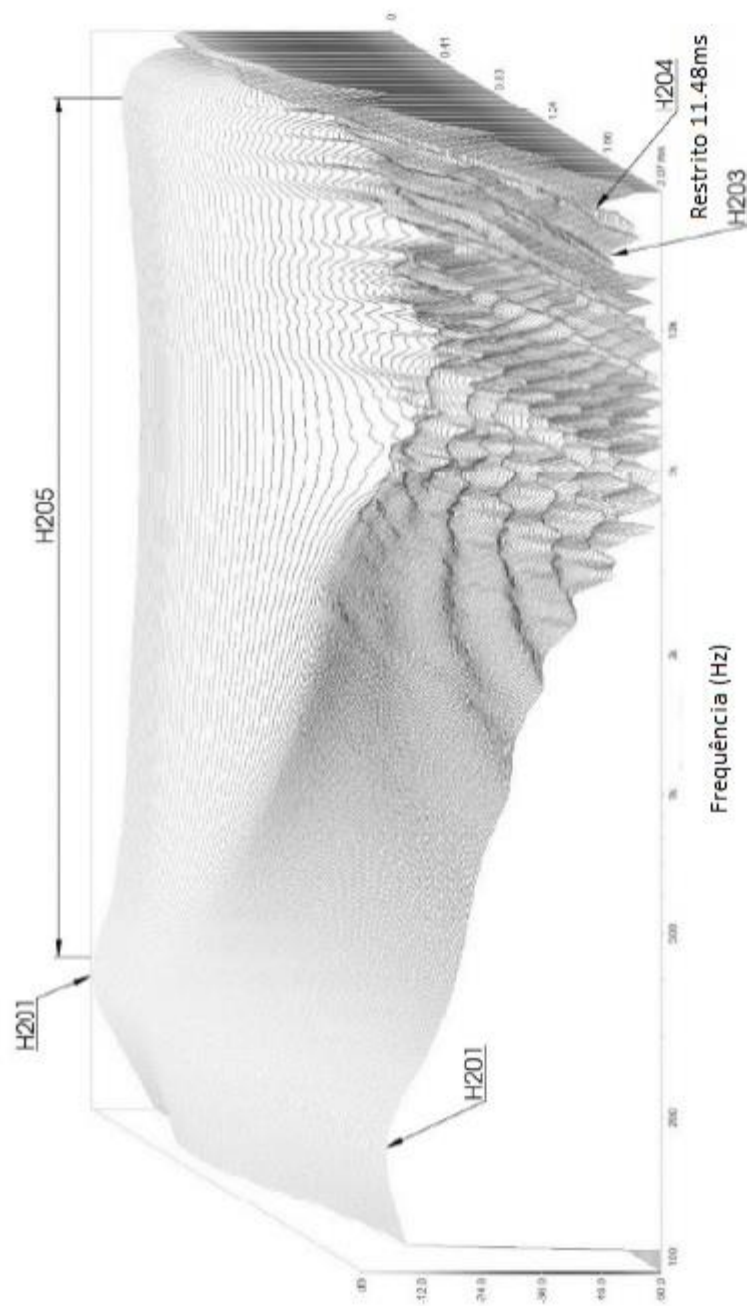


FIG. H2a



FIG. H3a

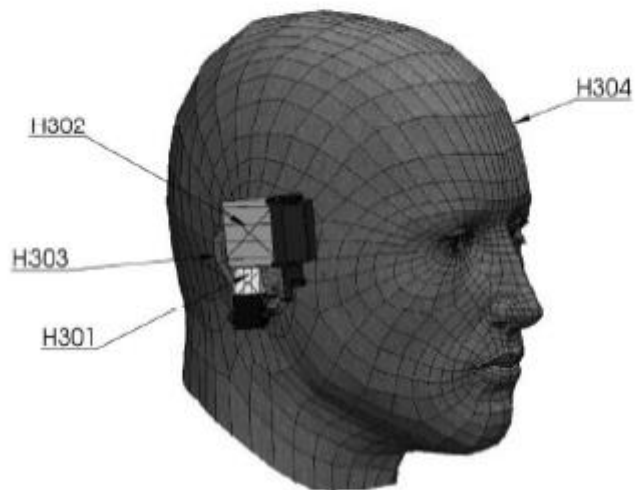


FIG. H3b

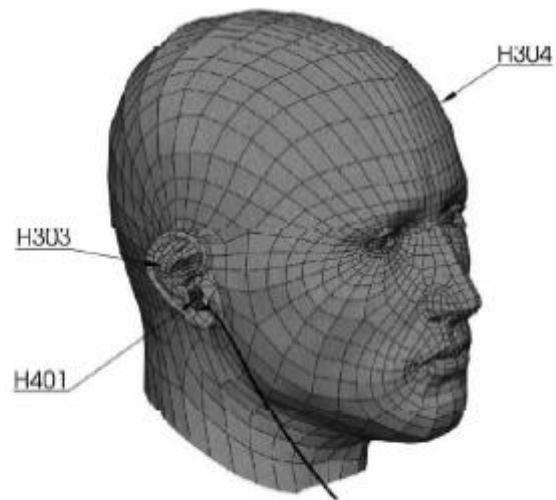


FIG. H4a

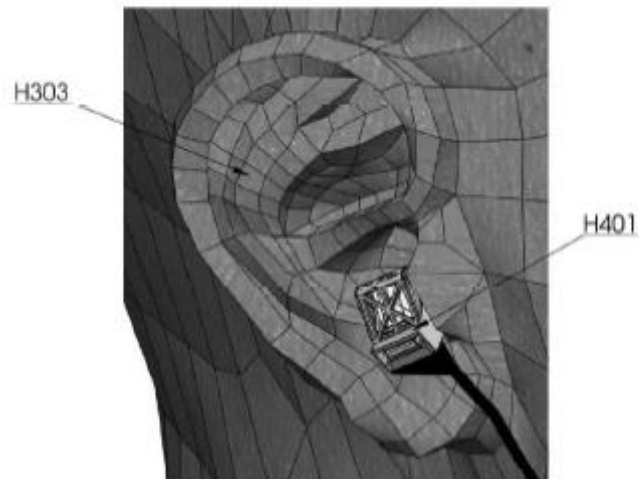


FIG. H4b

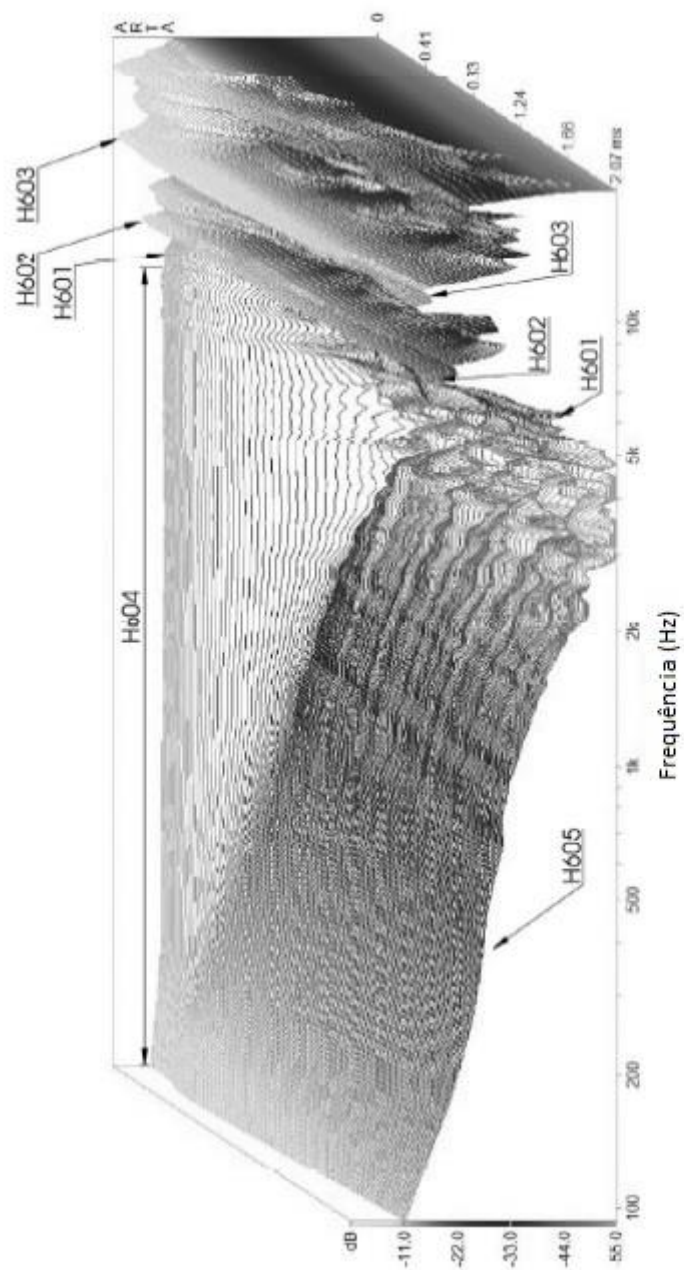
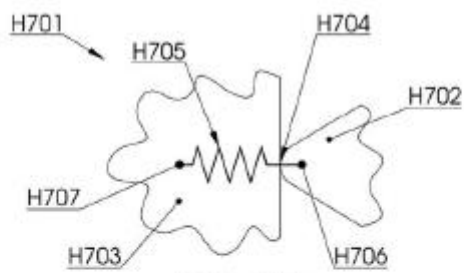
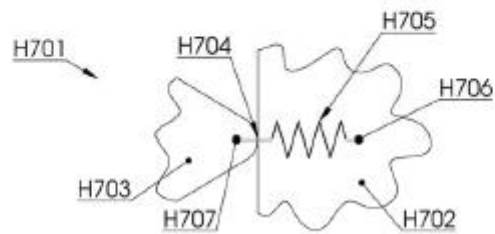
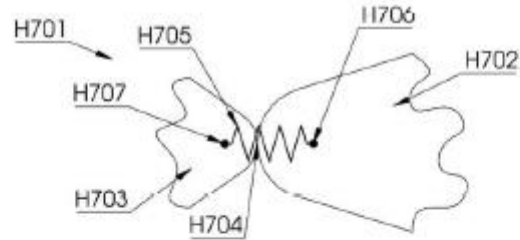
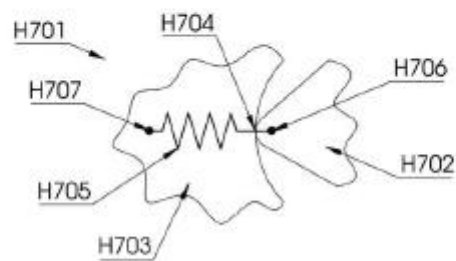


FIG. H6a

**FIG. H7a****FIG. H7b****FIG. H7c****FIG. H7d**

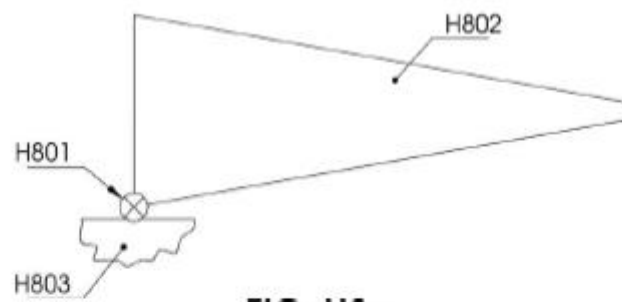


FIG. H8a

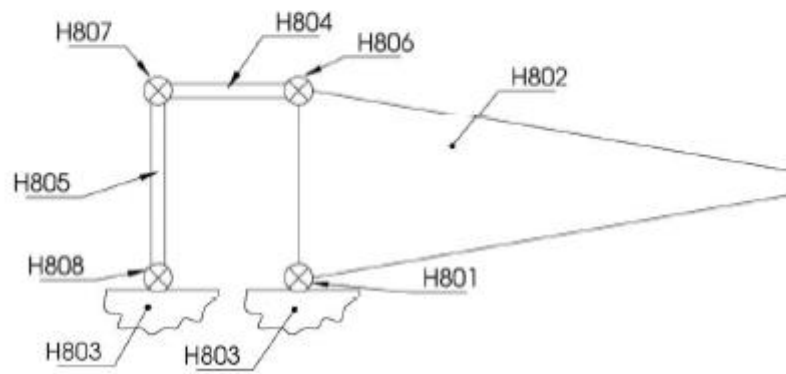
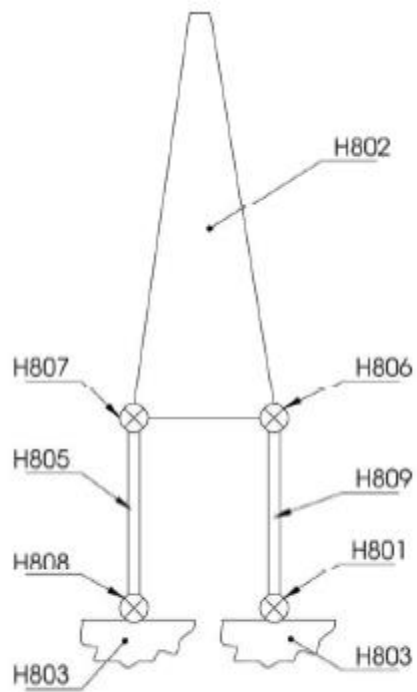
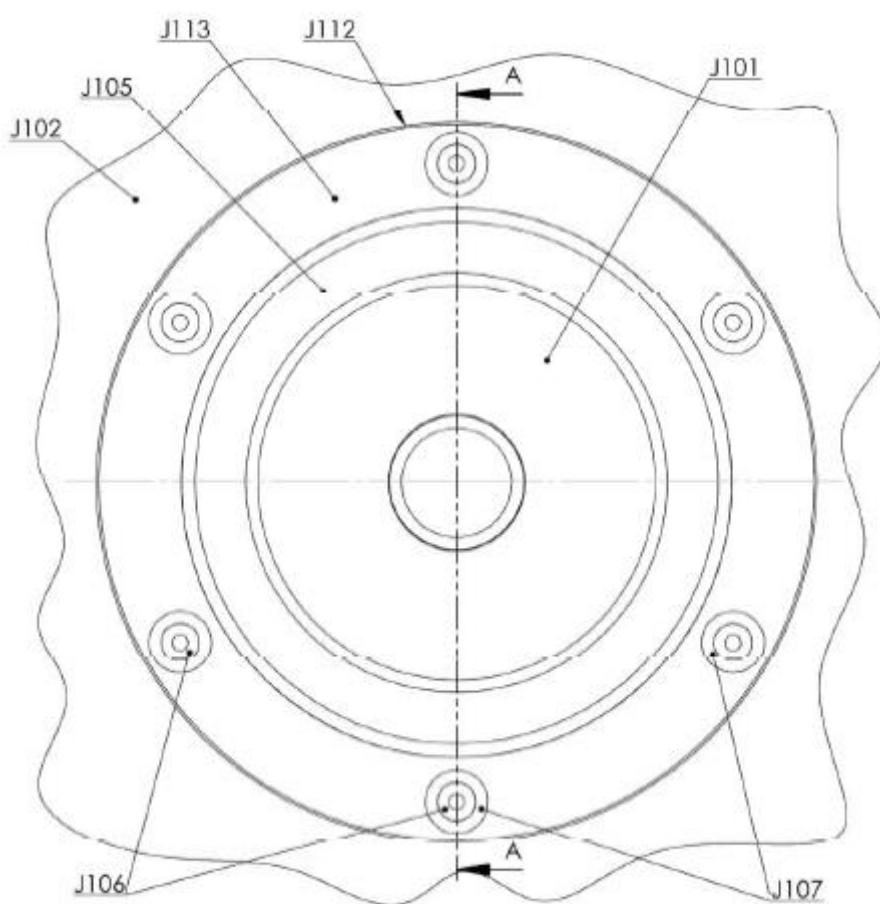


FIG. H8b

**FIG. H8c**

**FIG. J1d**

ESTADO DA TÉCNICA

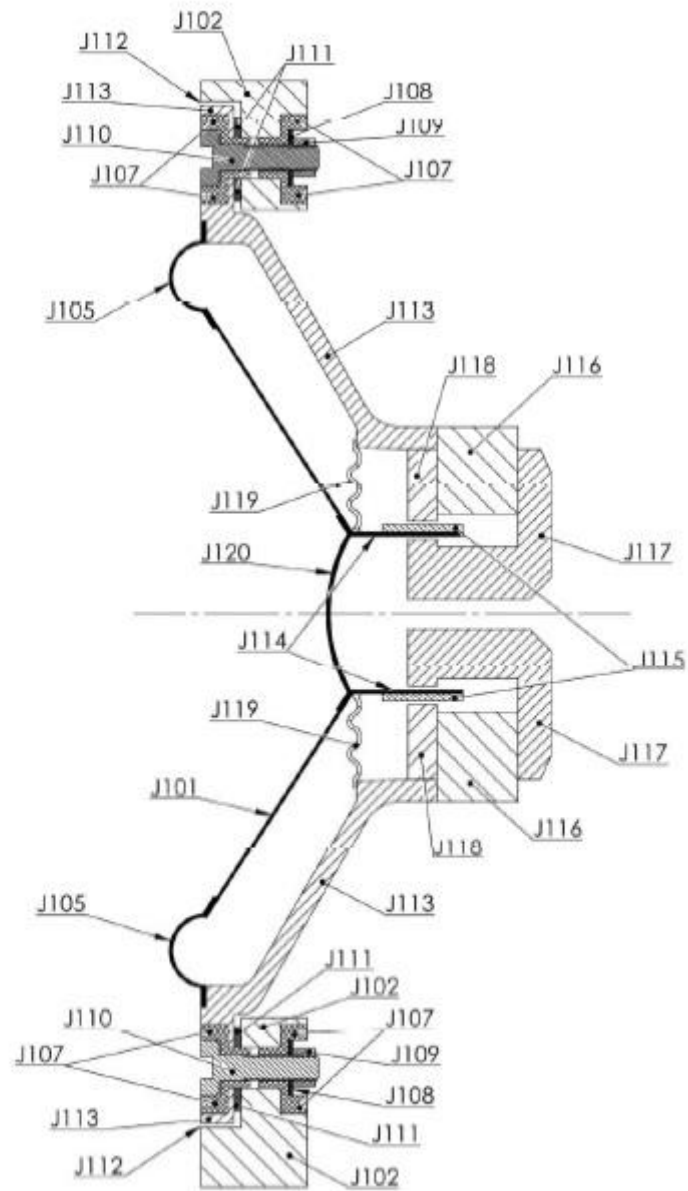
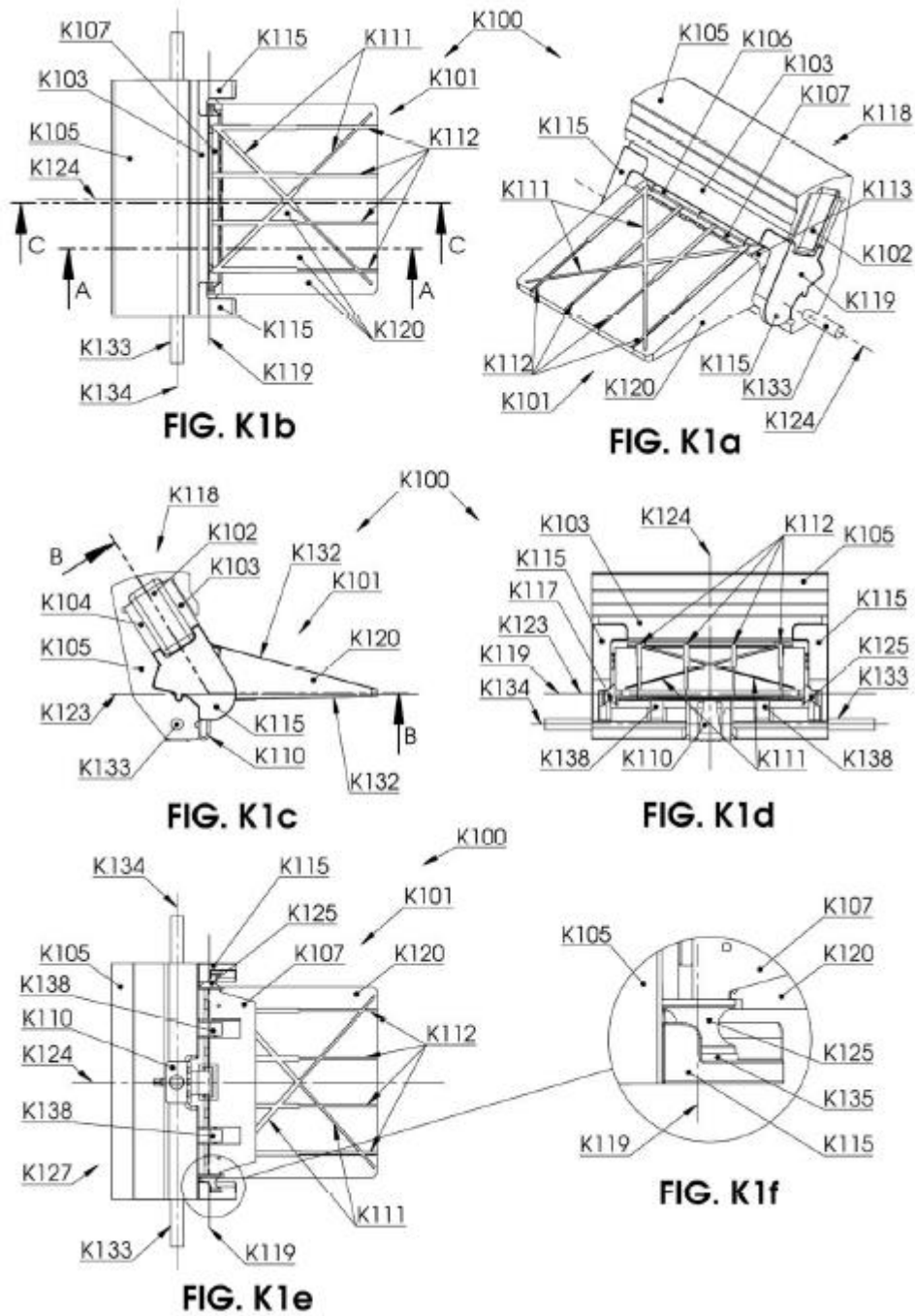
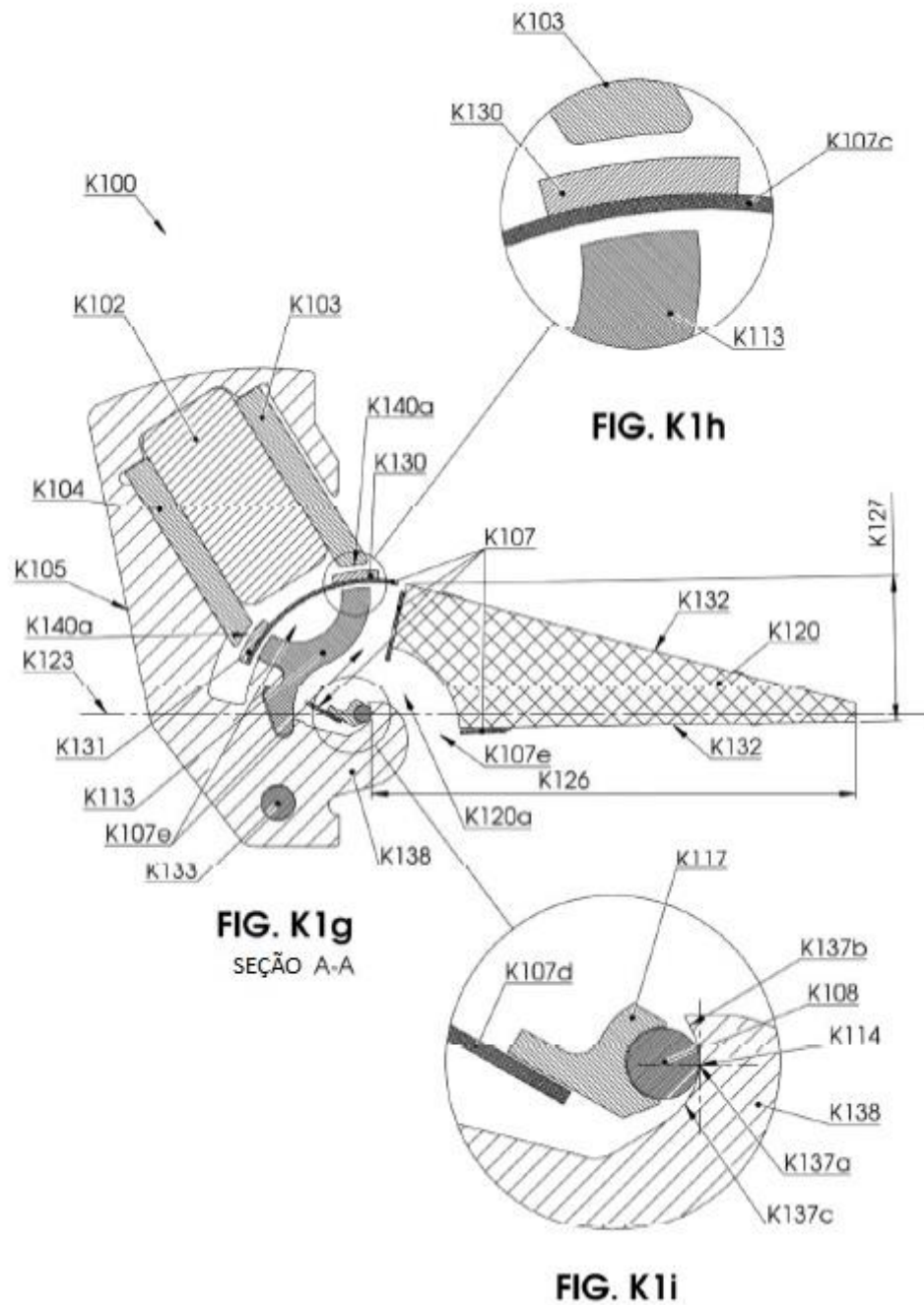


FIG. J1e

ESTADO DA TÉCNICA





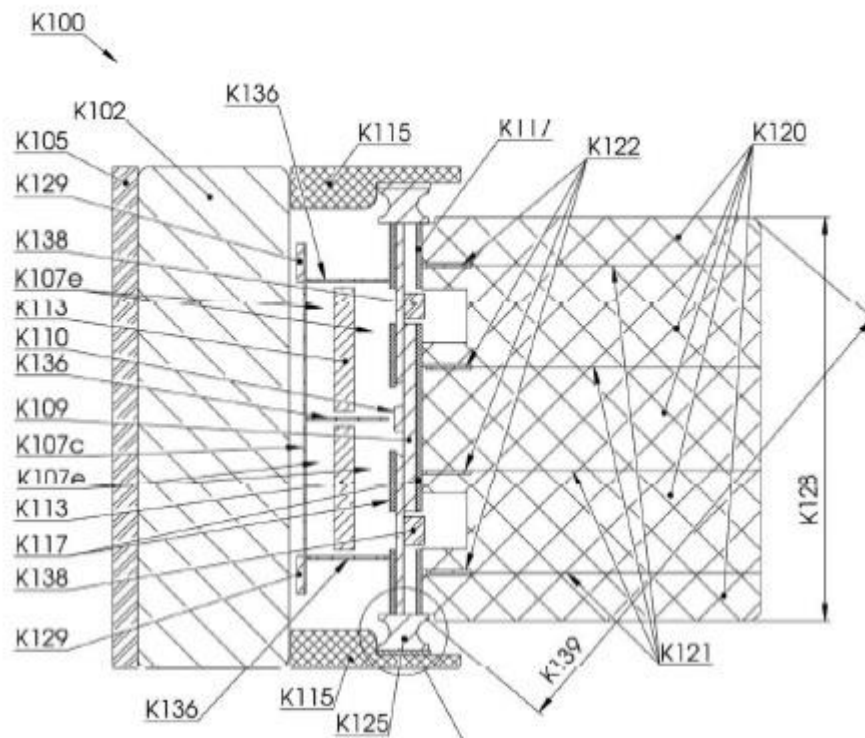


FIG. K1j
SEÇÃO B-B

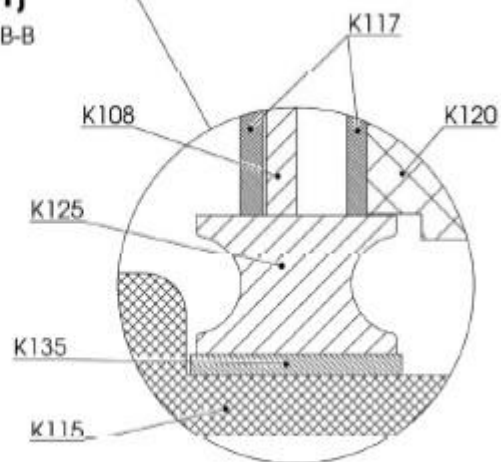
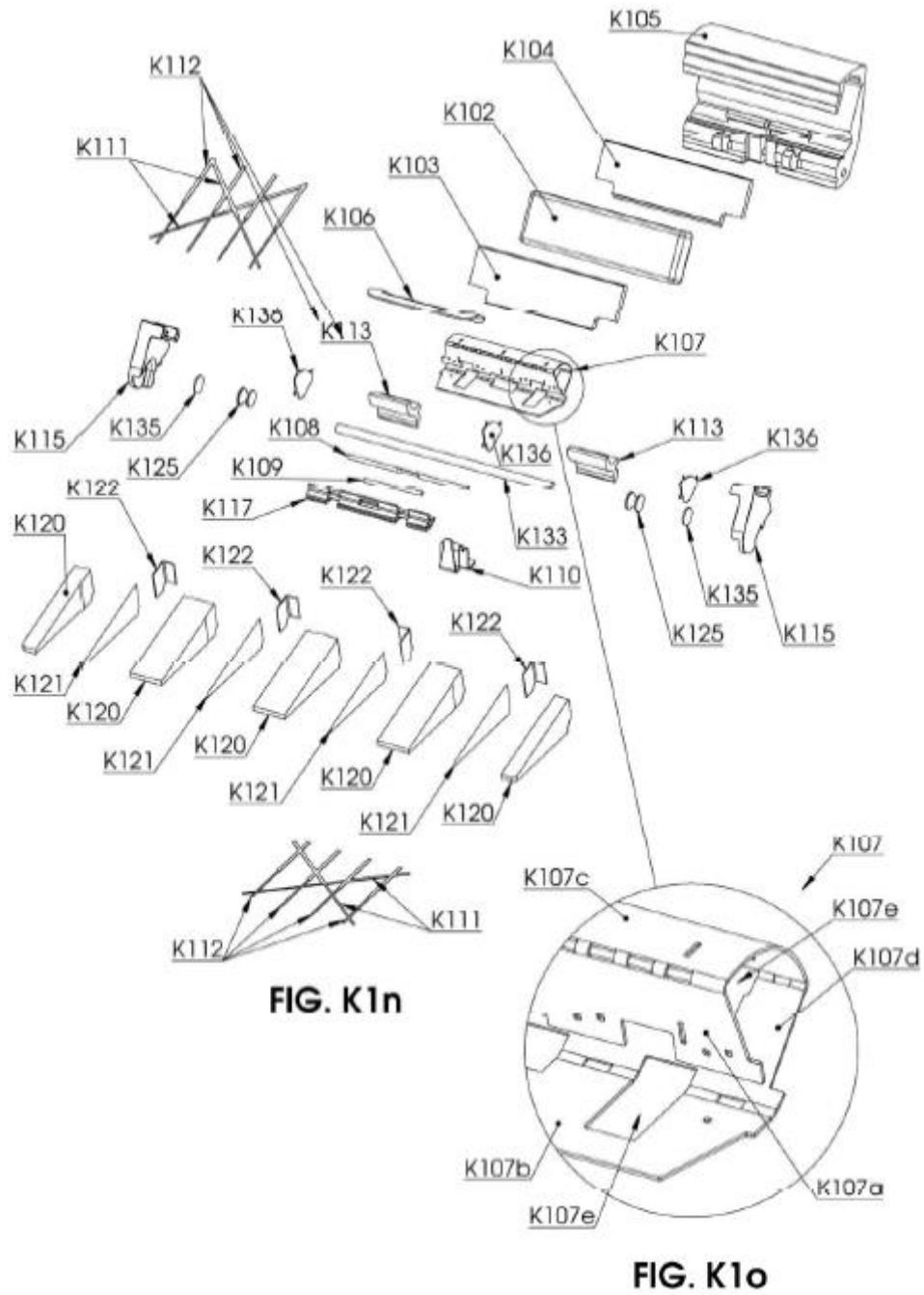
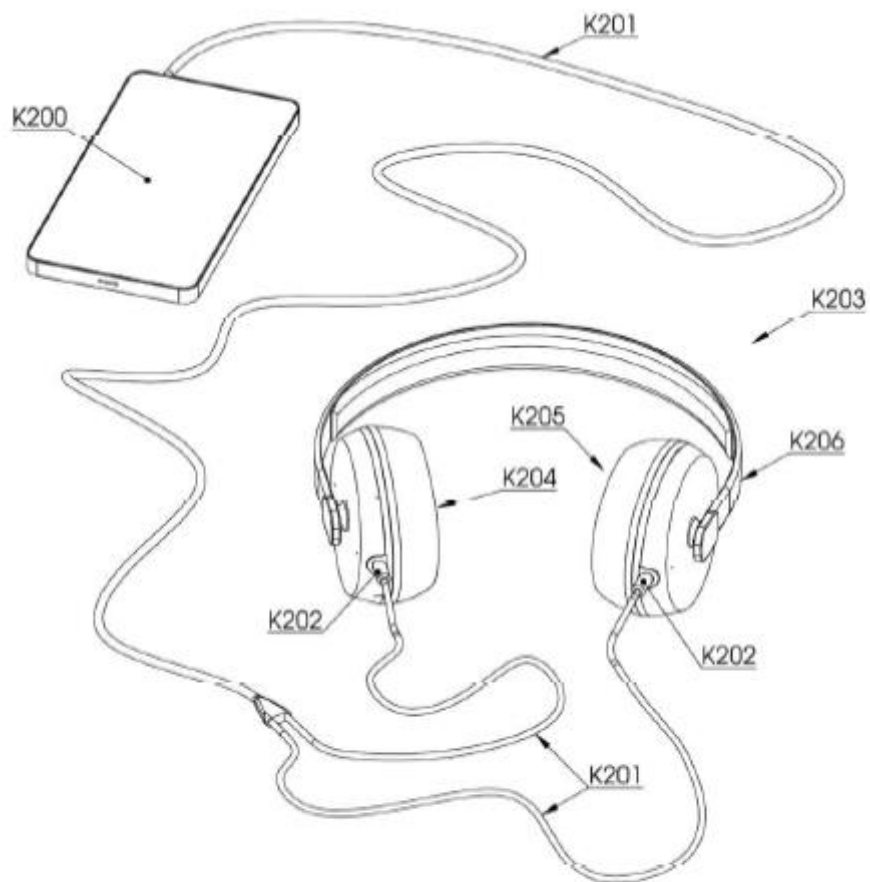


FIG. K1k



**FIG. K2a**

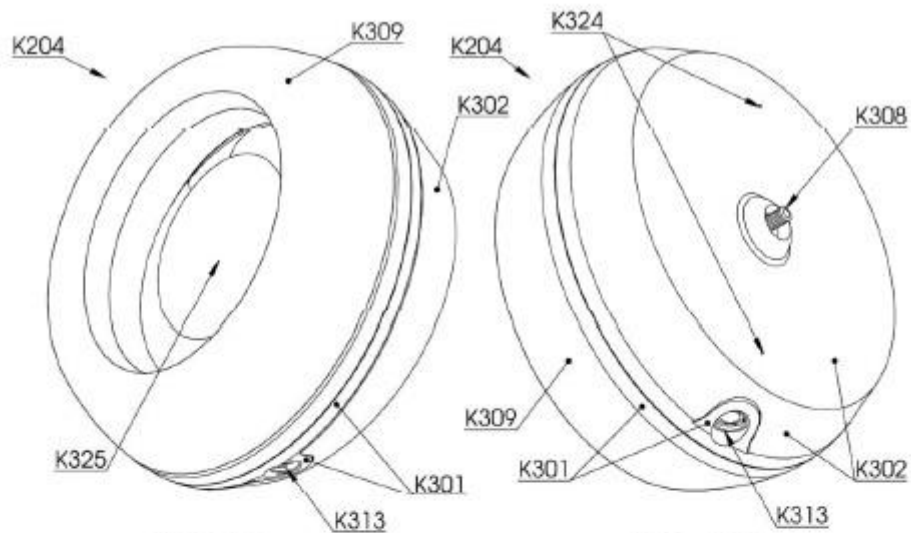


FIG. K3a

FIG. K3b

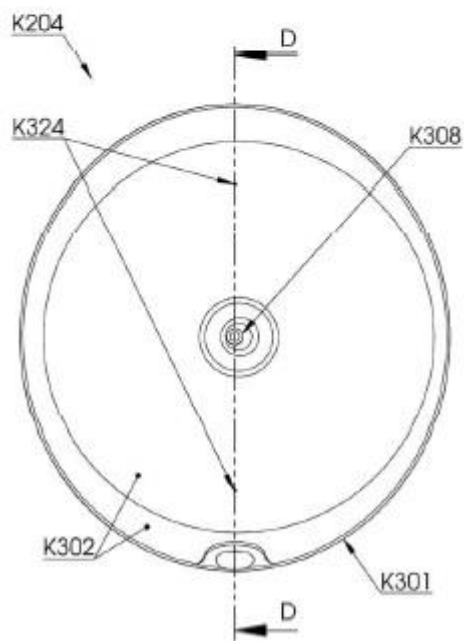
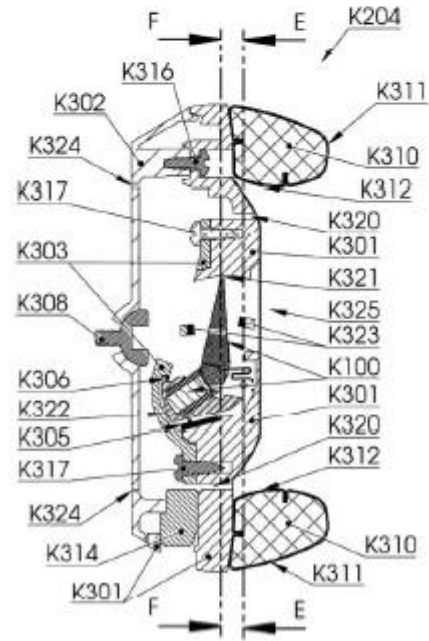
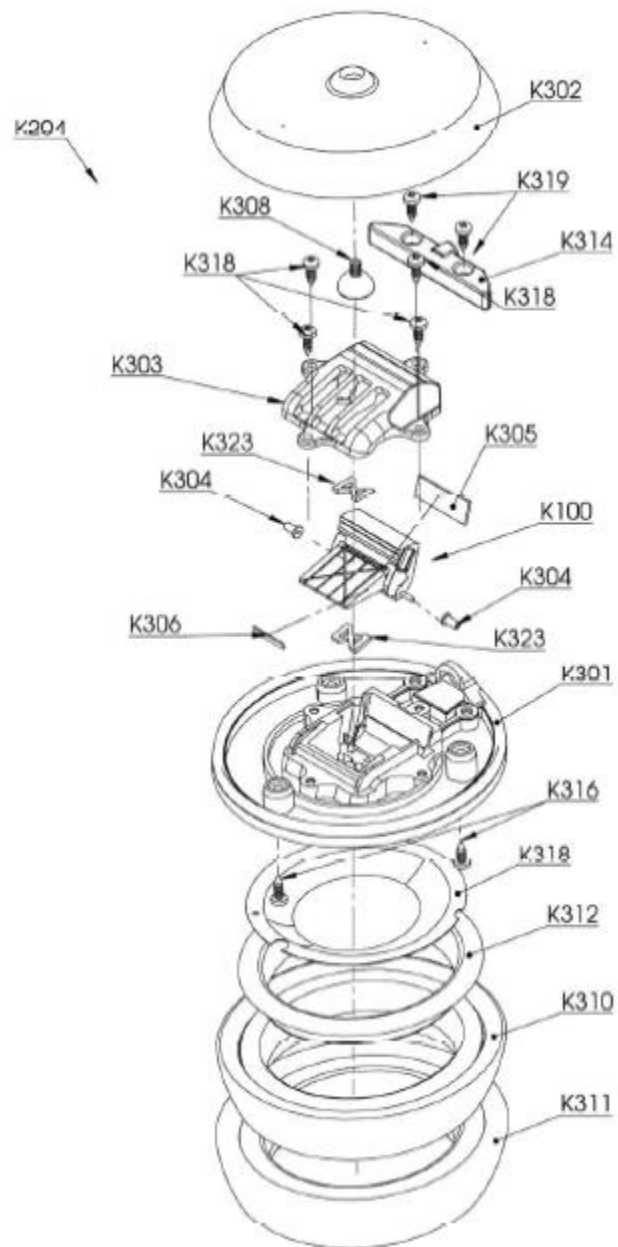
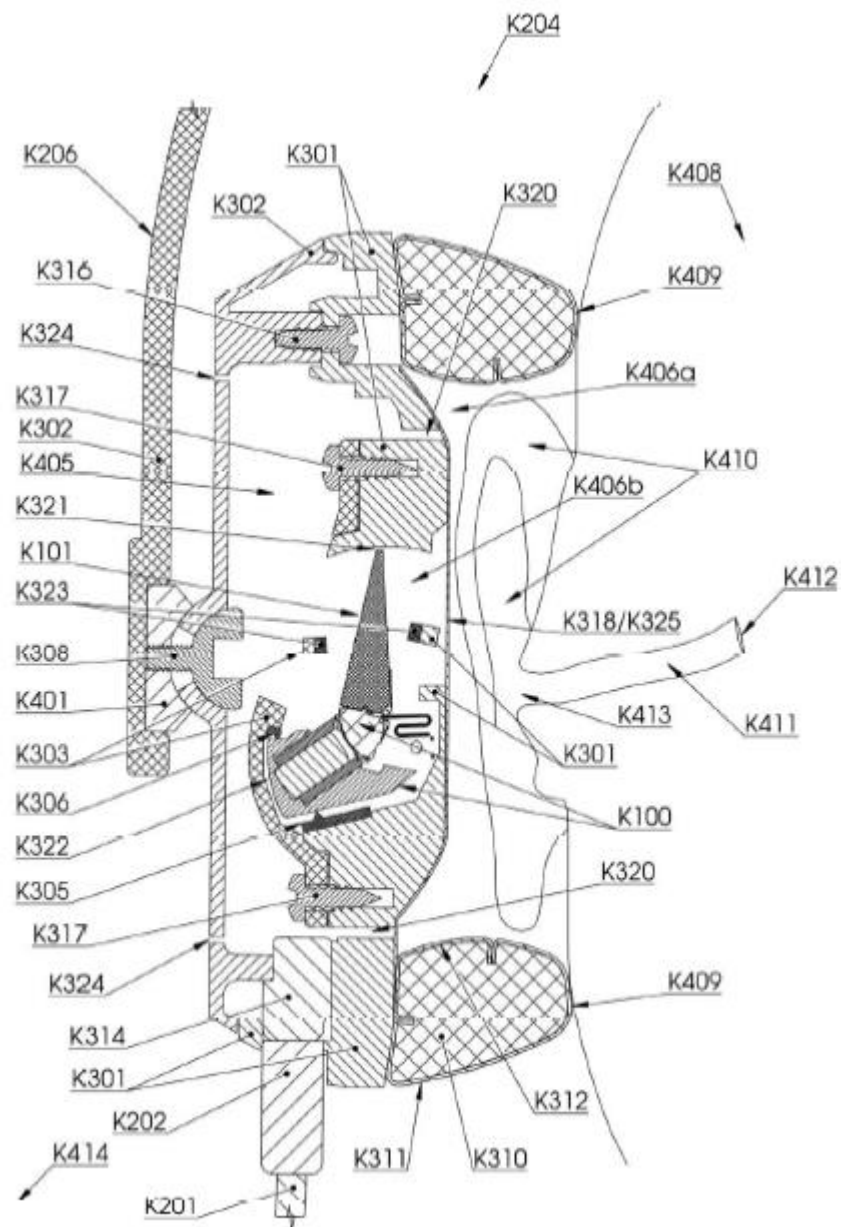


FIG. K3c

FIG. K3d
SEÇÃO D-D





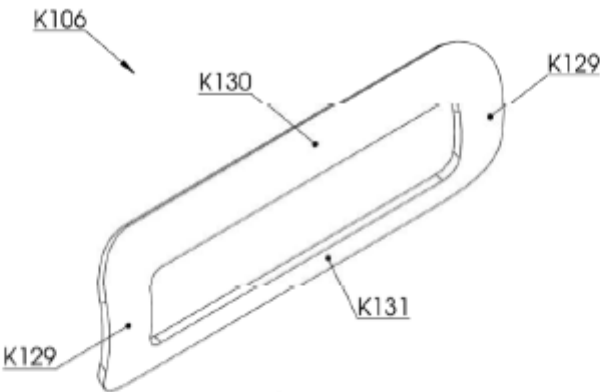


FIG. K5a

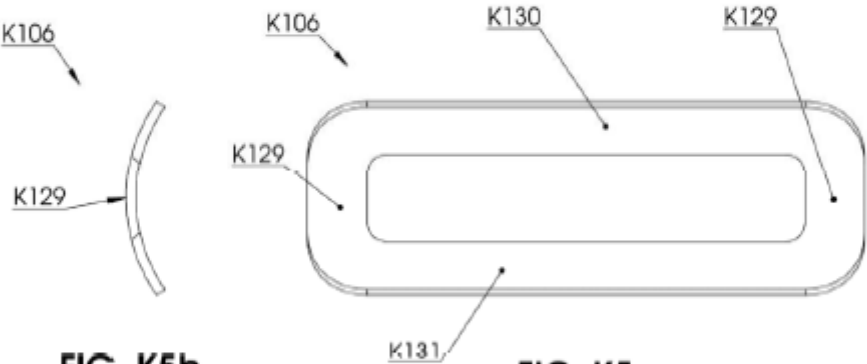


FIG. K5b

FIG. K5c

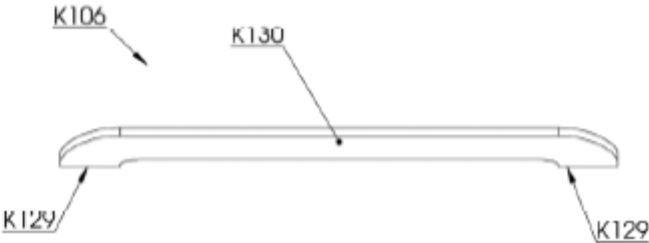
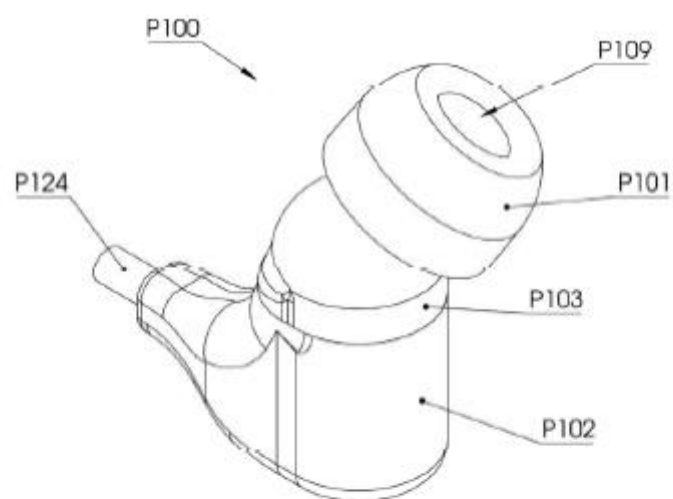
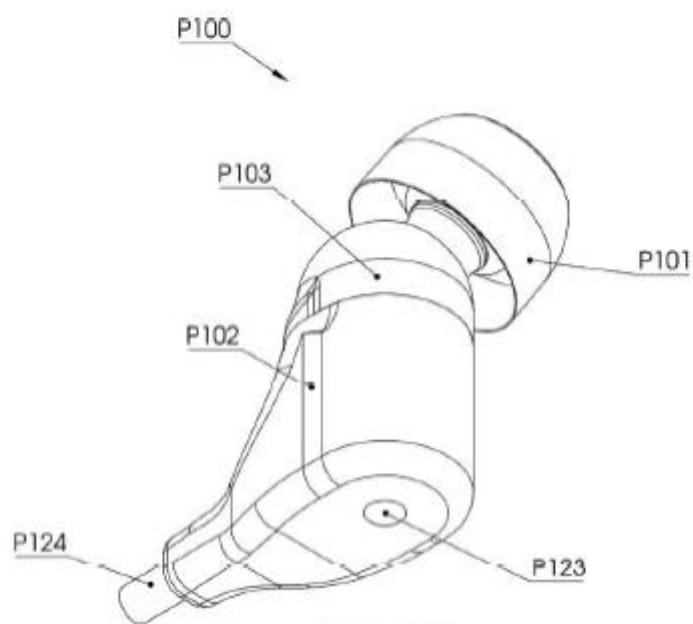
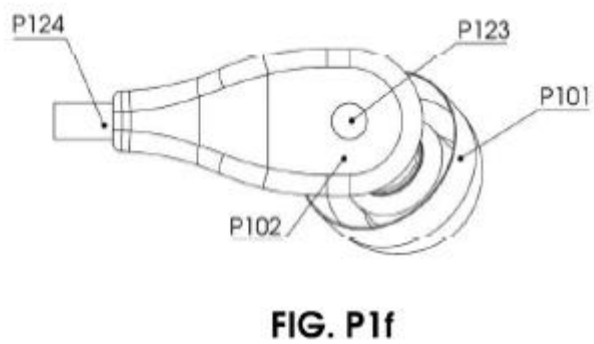
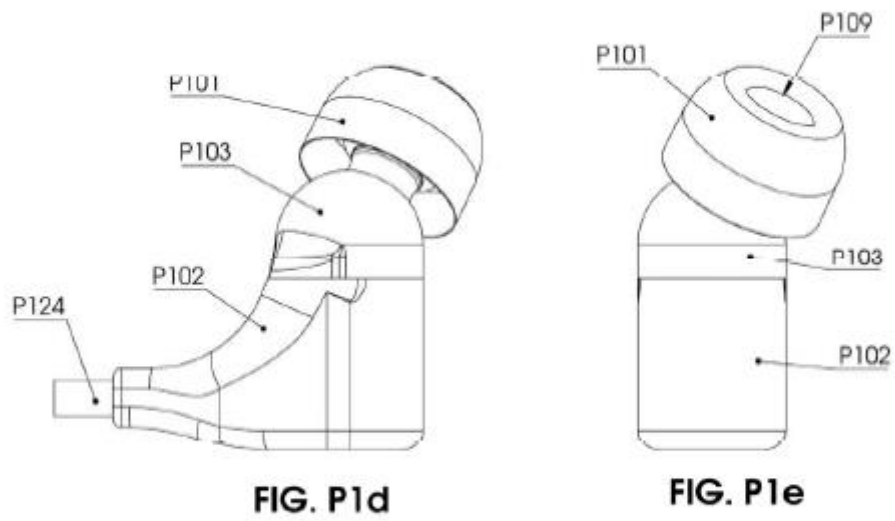
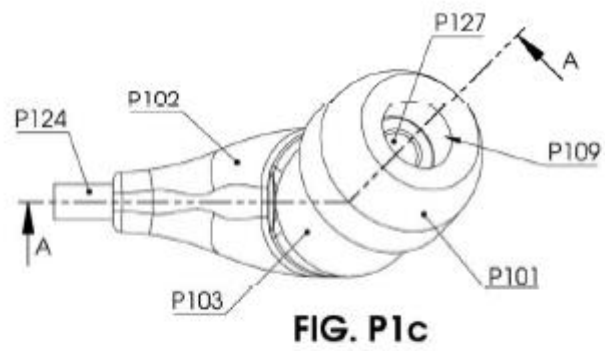
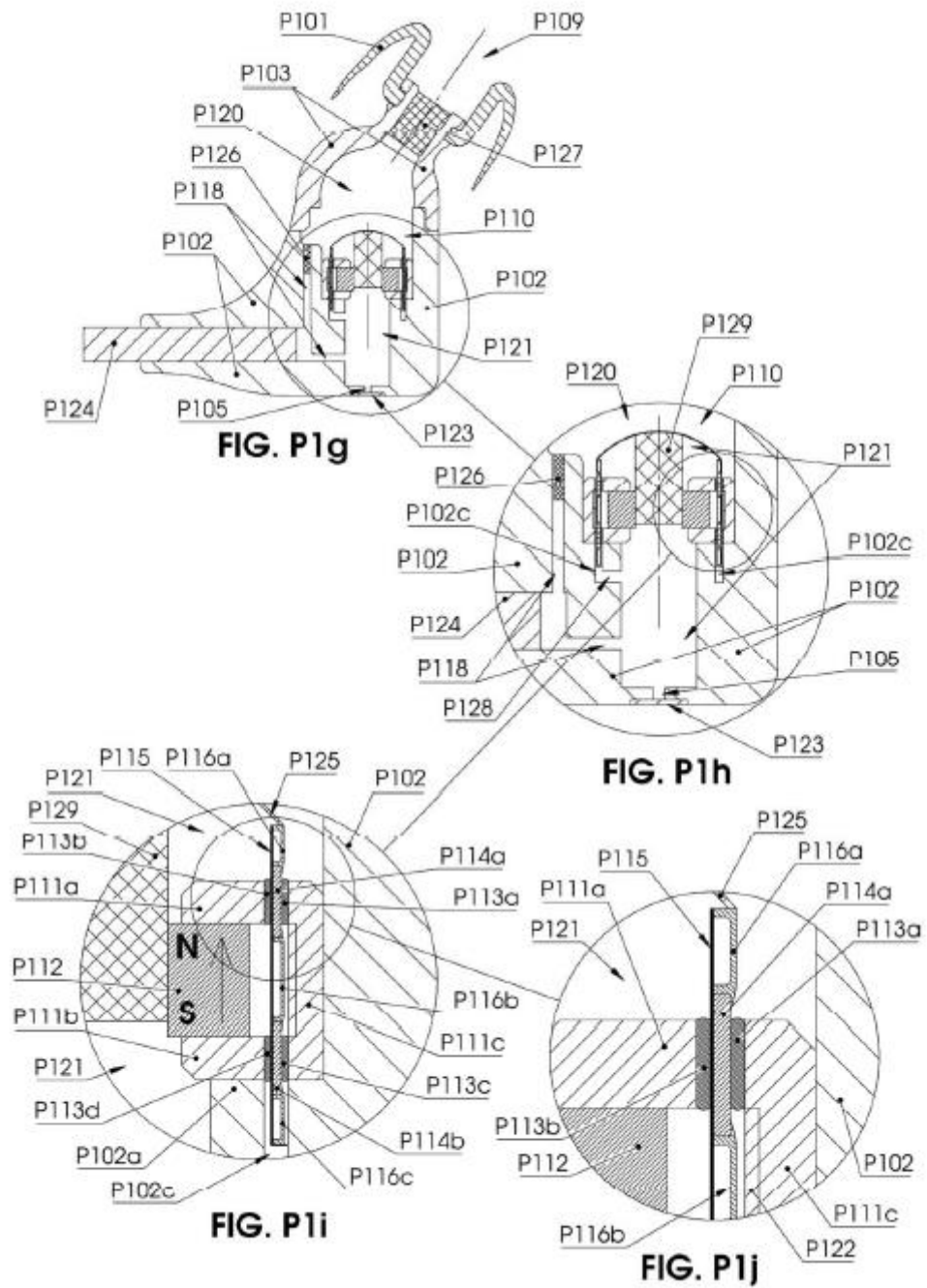
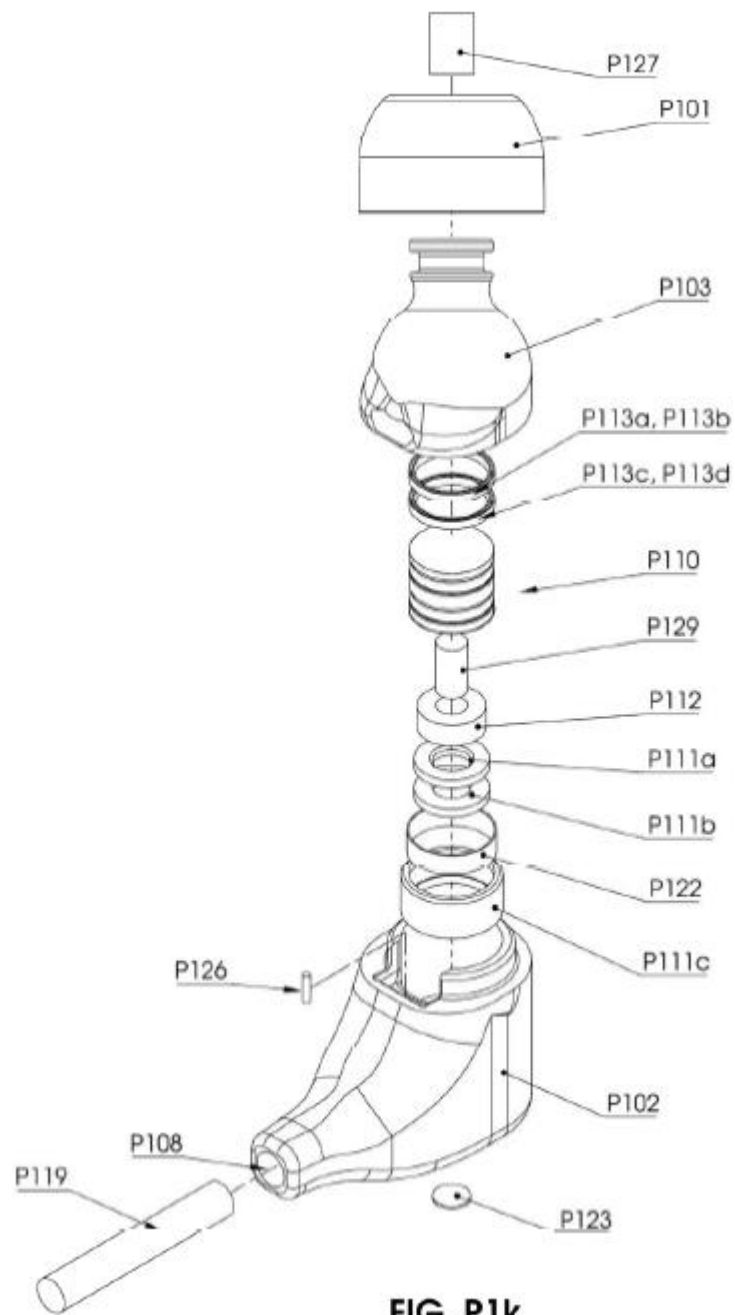


FIG. K5d

**FIG. P1a****FIG. P1b**







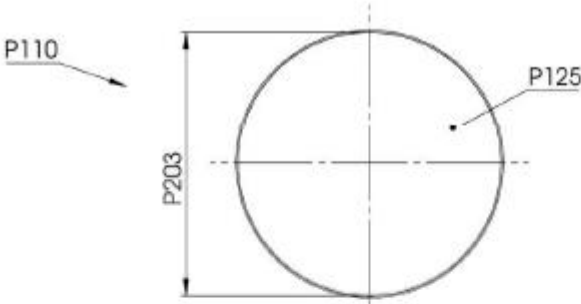


FIG. P2a

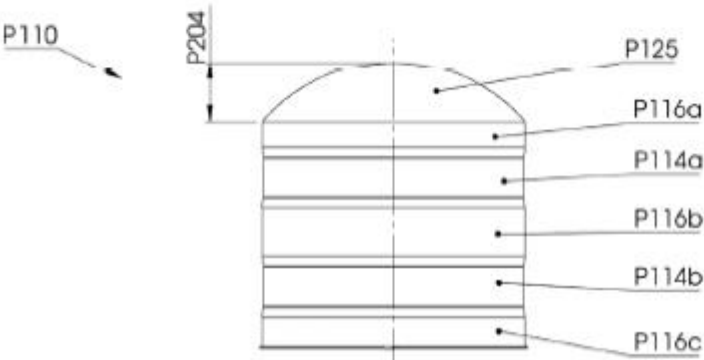


FIG. P2b

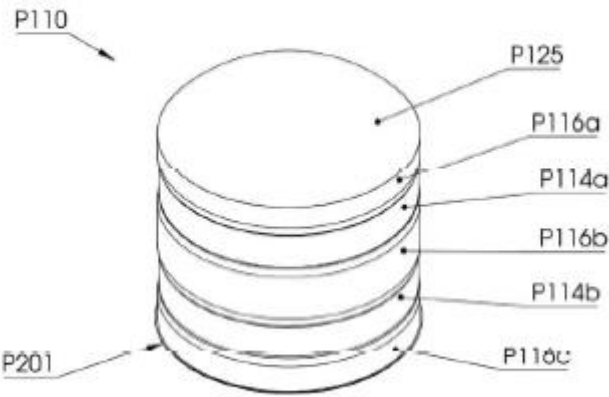
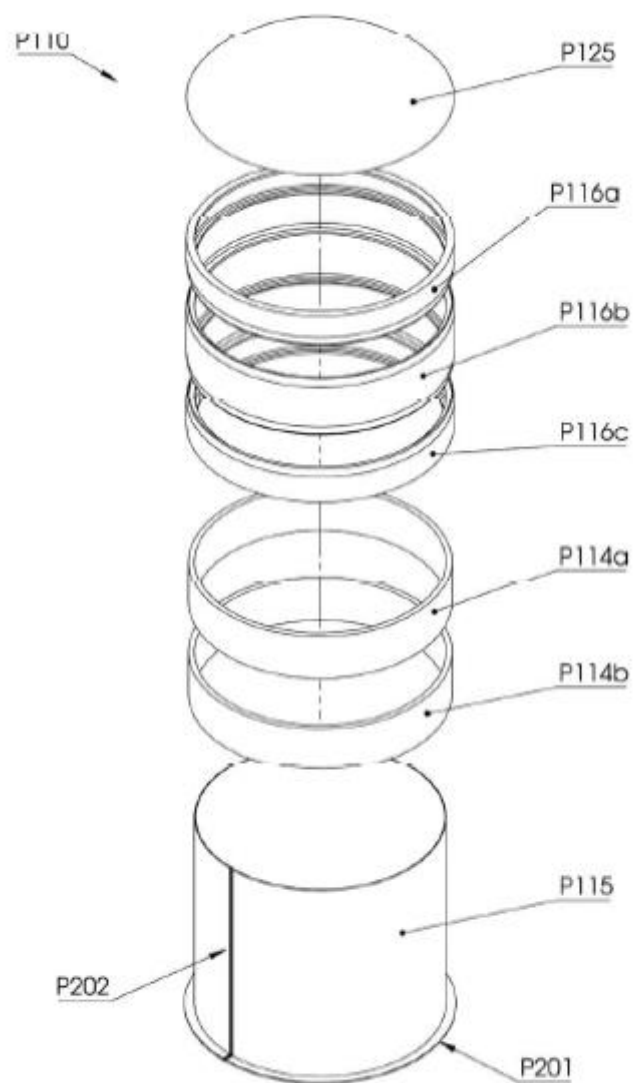
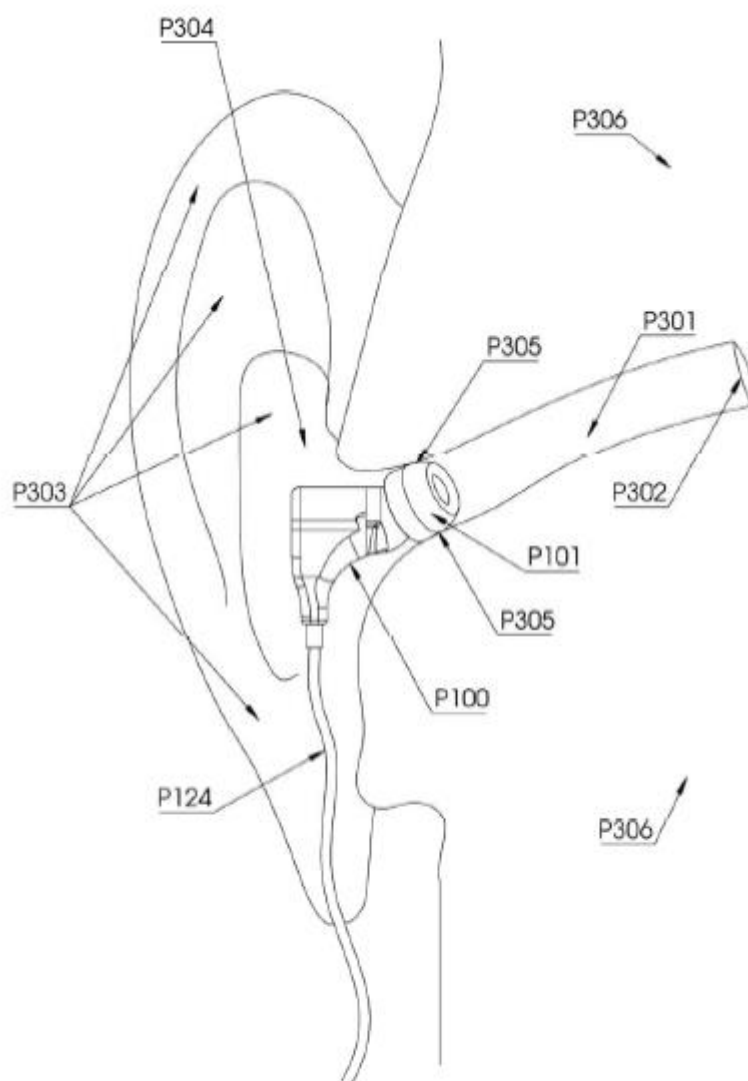
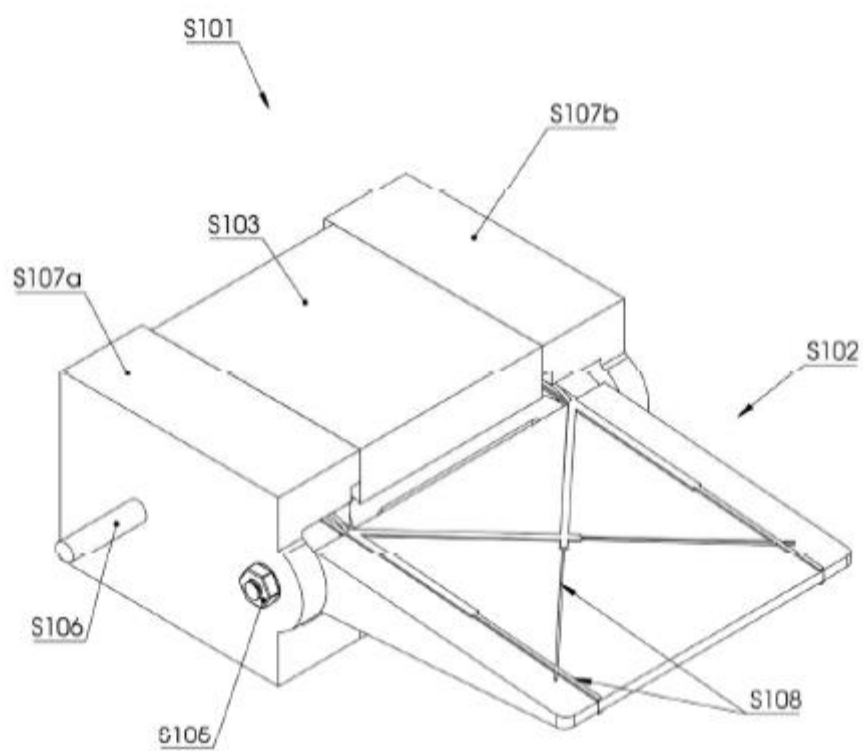


FIG. P2c

**FIG. P2d**

**FIG. P3**

**FIG. S1a**

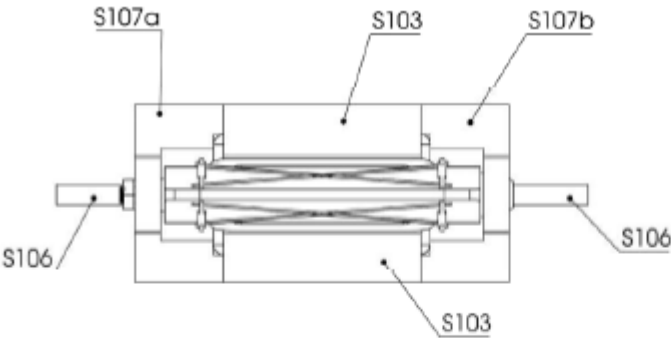


FIG. S1b

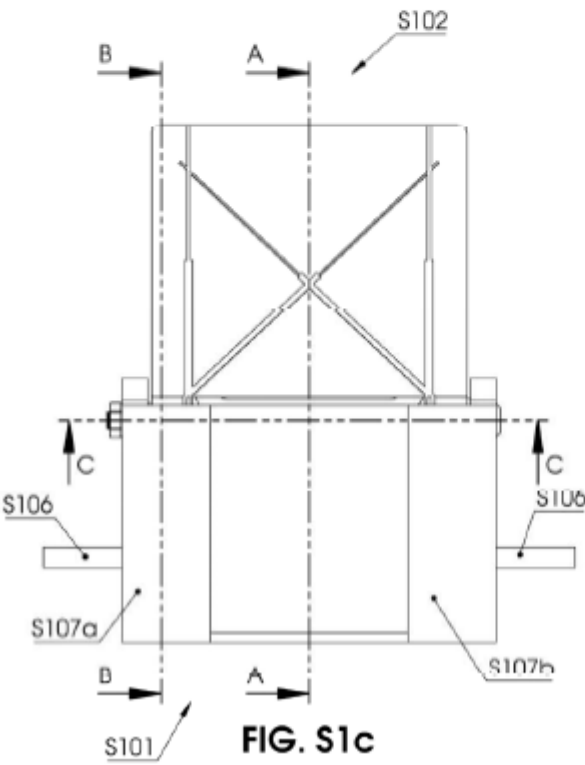


FIG. S1c

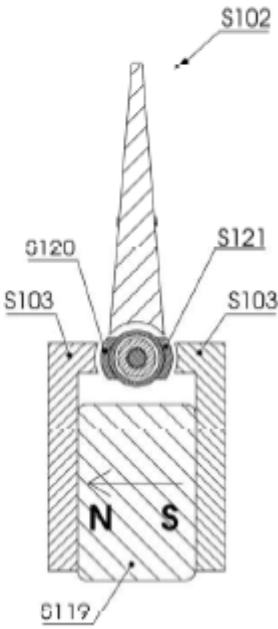
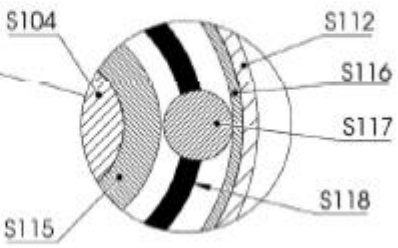
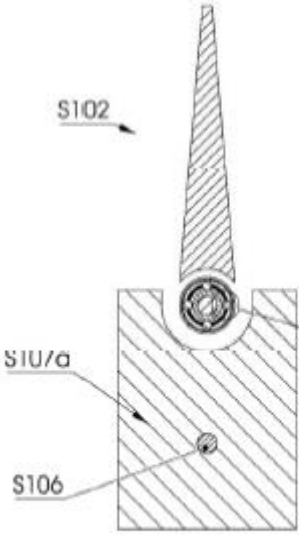
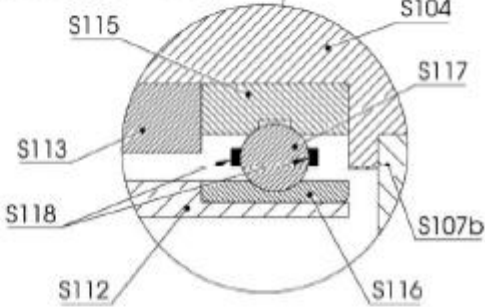
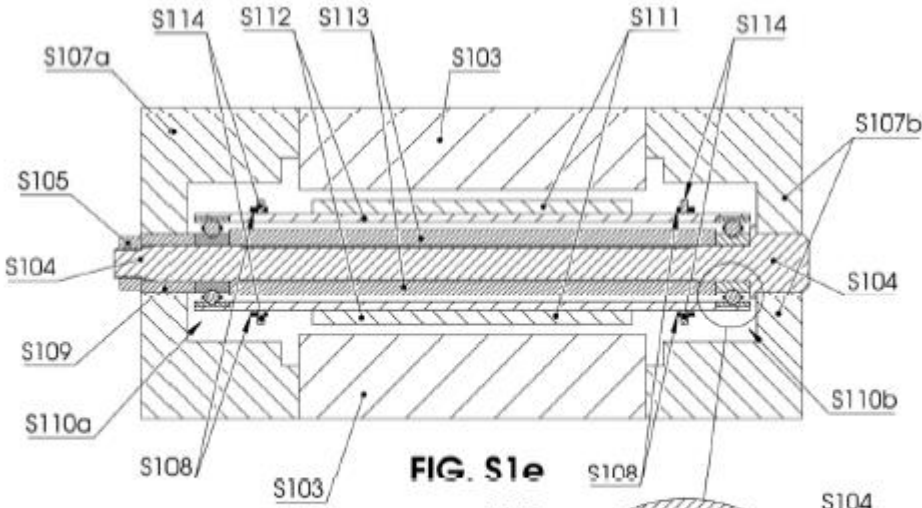


FIG. S1d



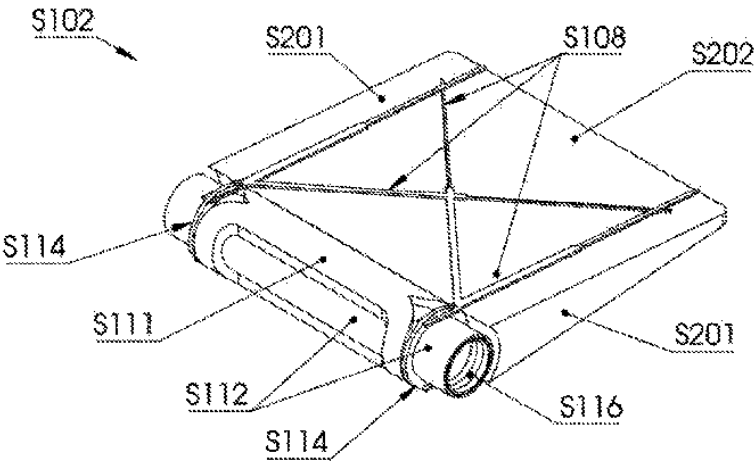


FIG. S2a

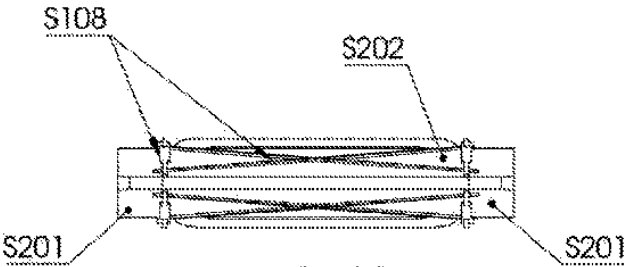


FIG. S2b

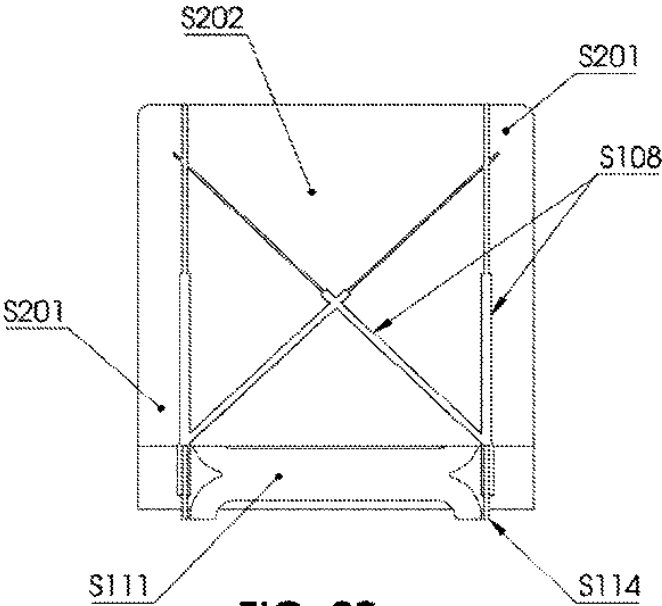


FIG. S2c

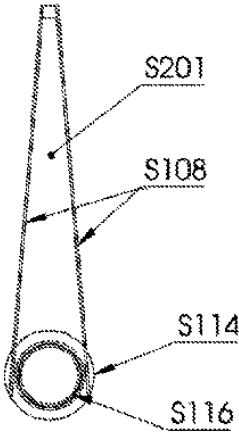
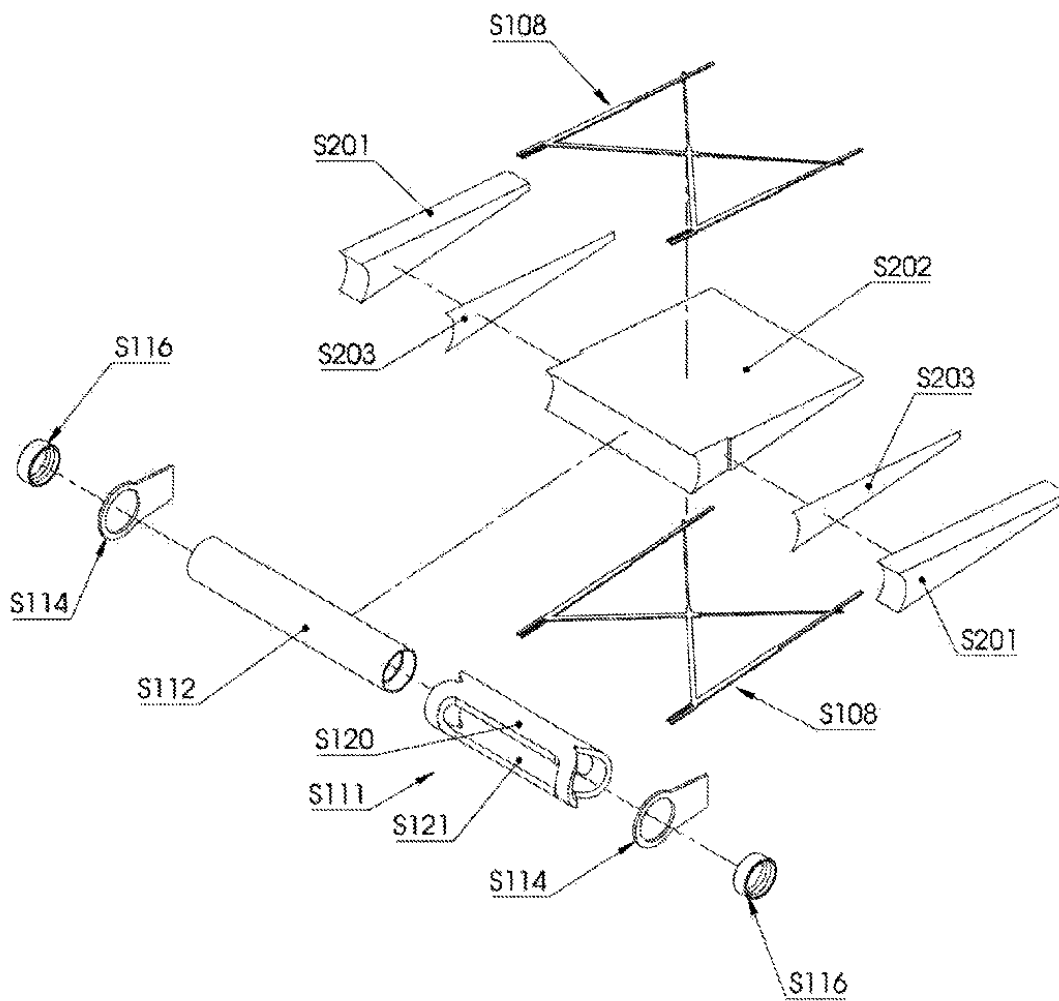
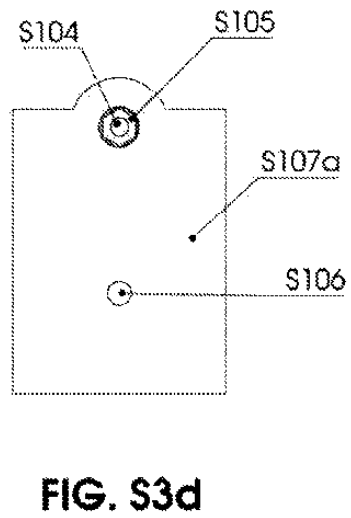
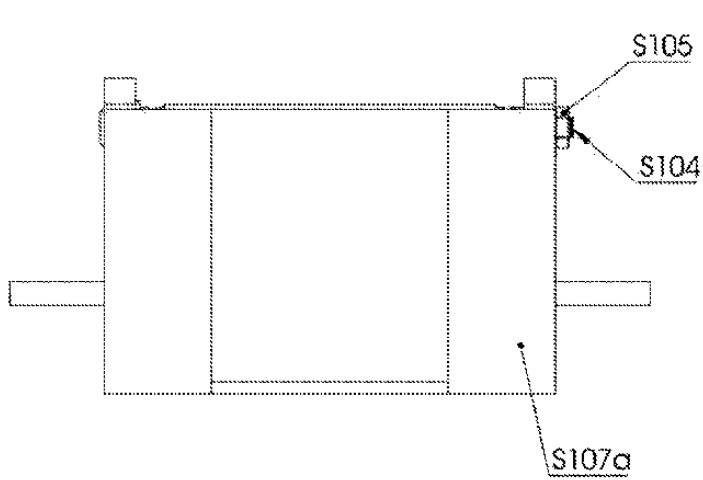
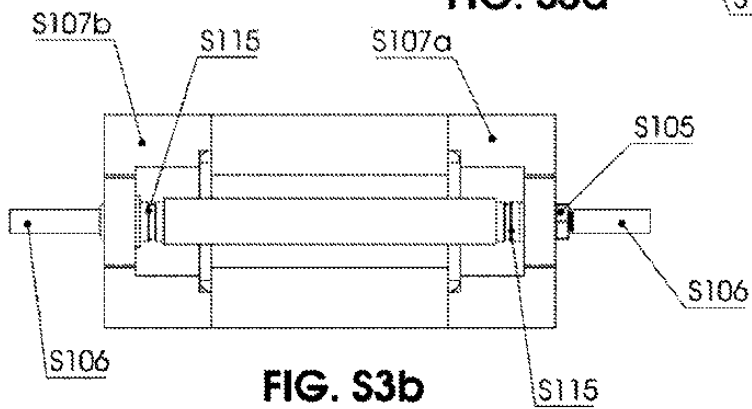
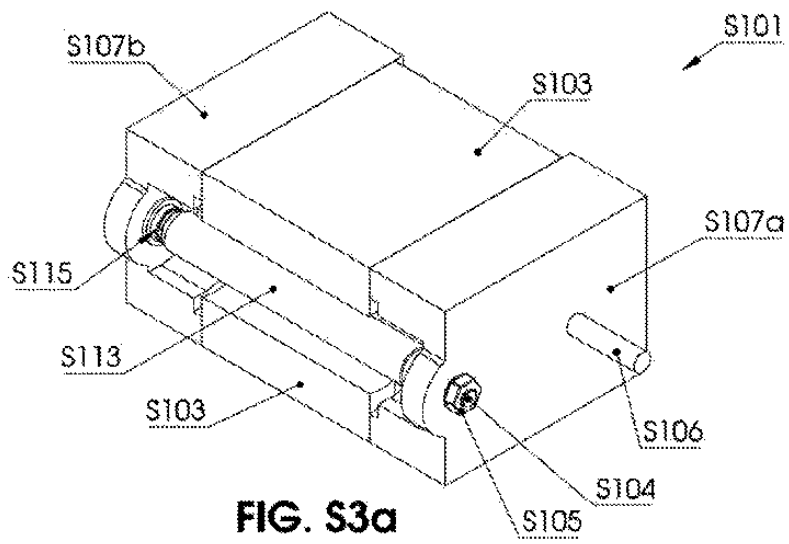
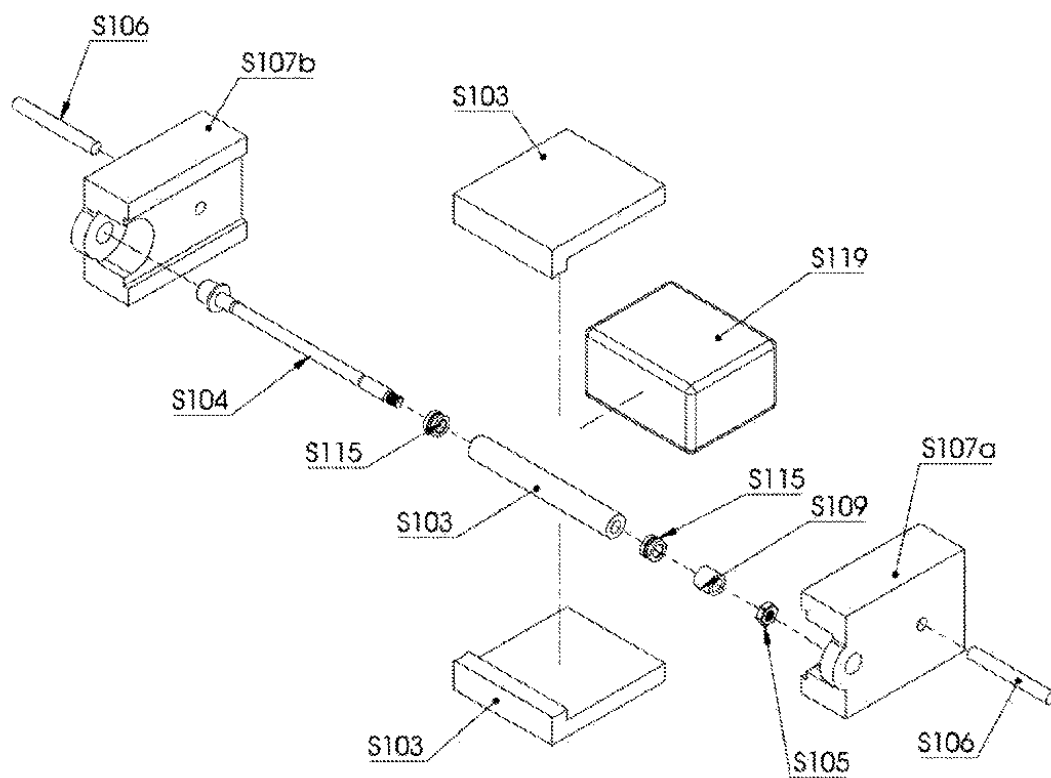
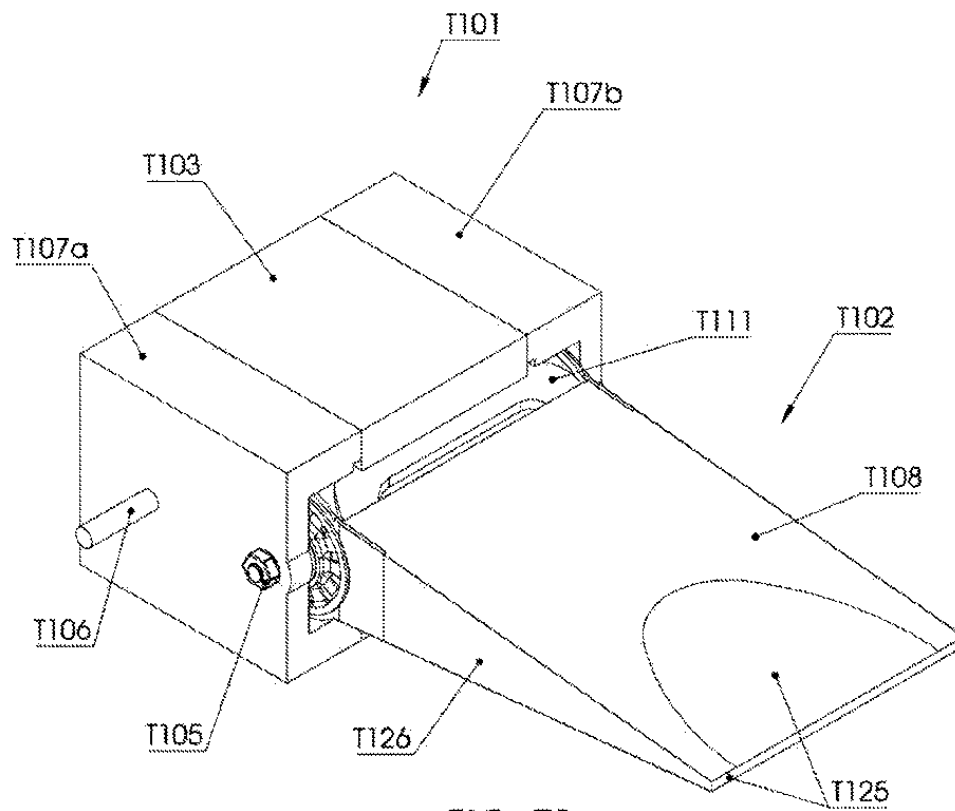


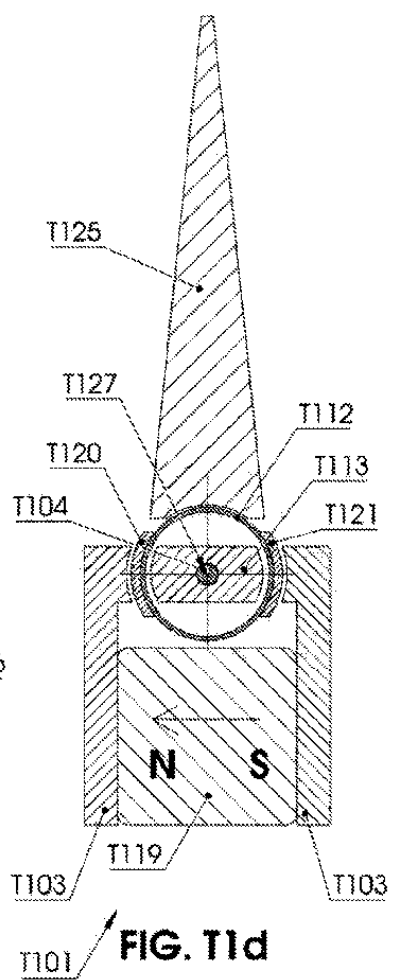
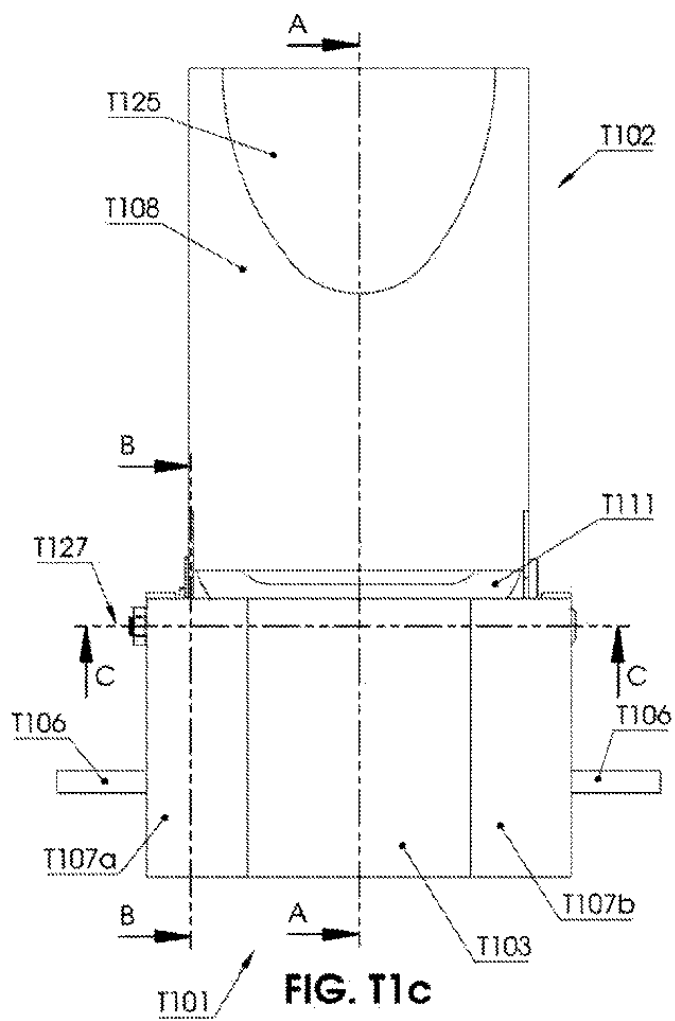
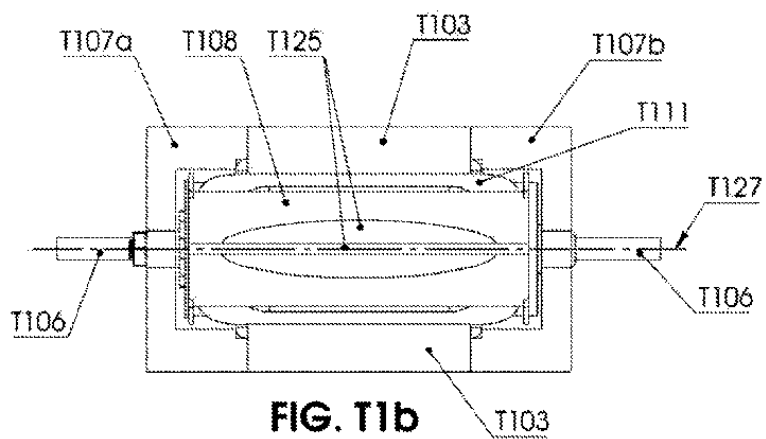
FIG. S2d

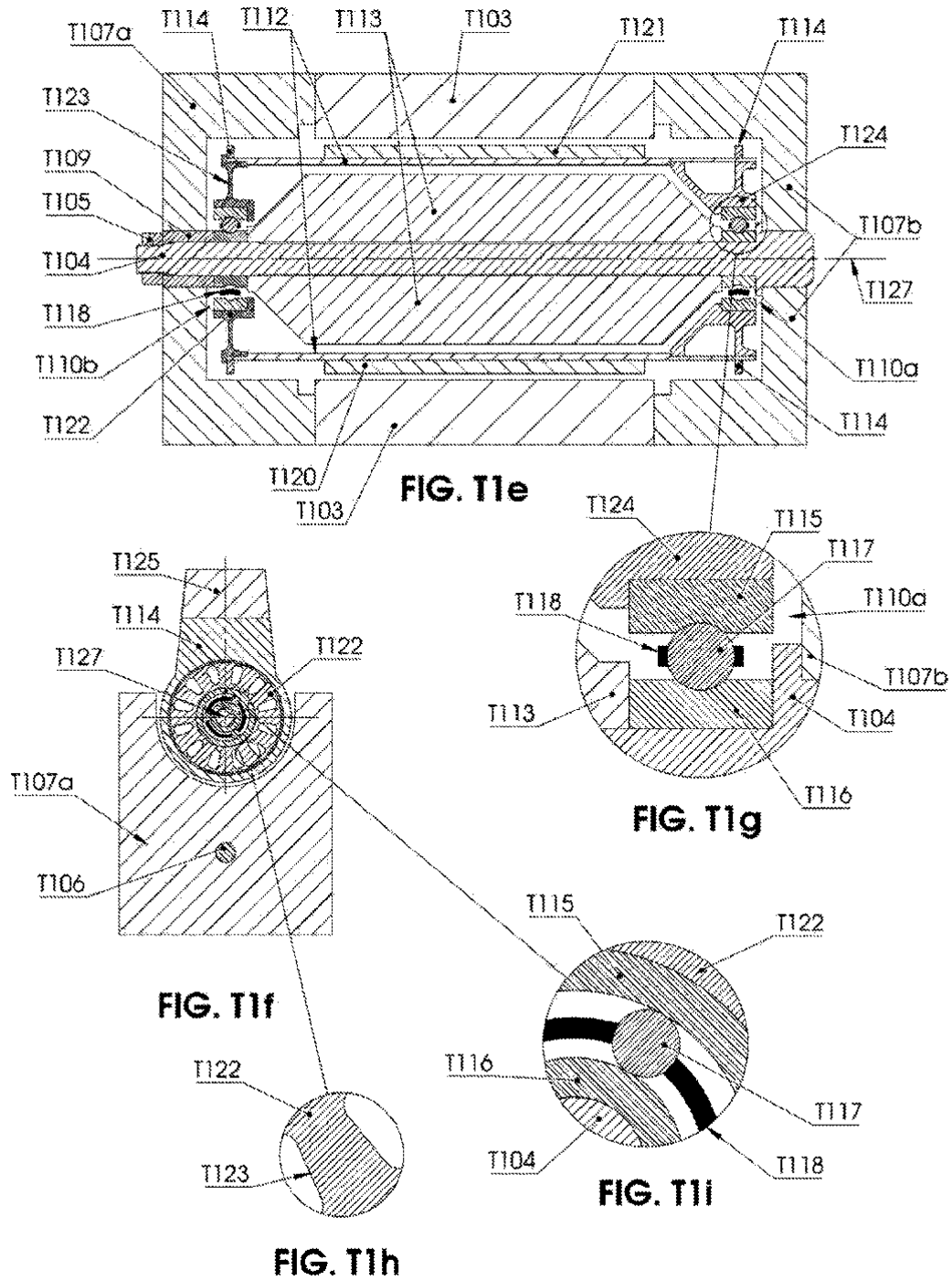
**FIG. S2e**

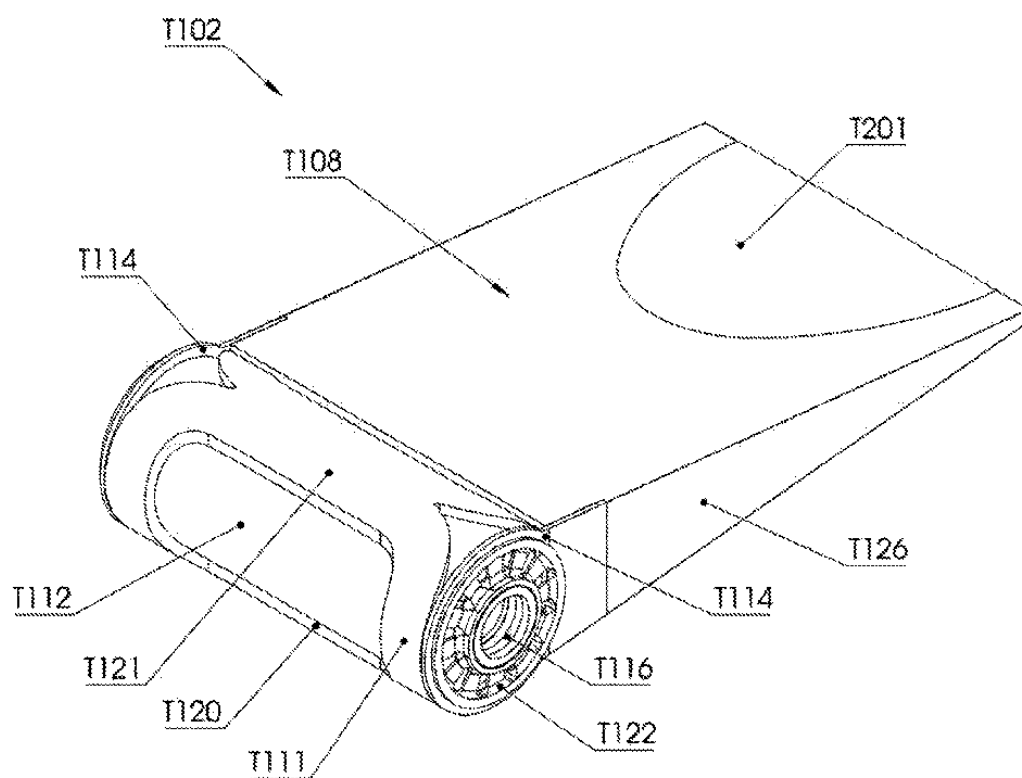


**FIG. S3e**

**FIG. T1a**





**FIG. T2a**

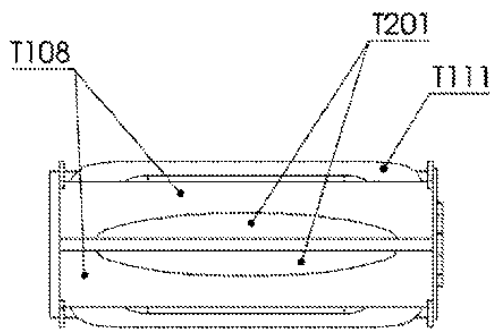


FIG. T2b

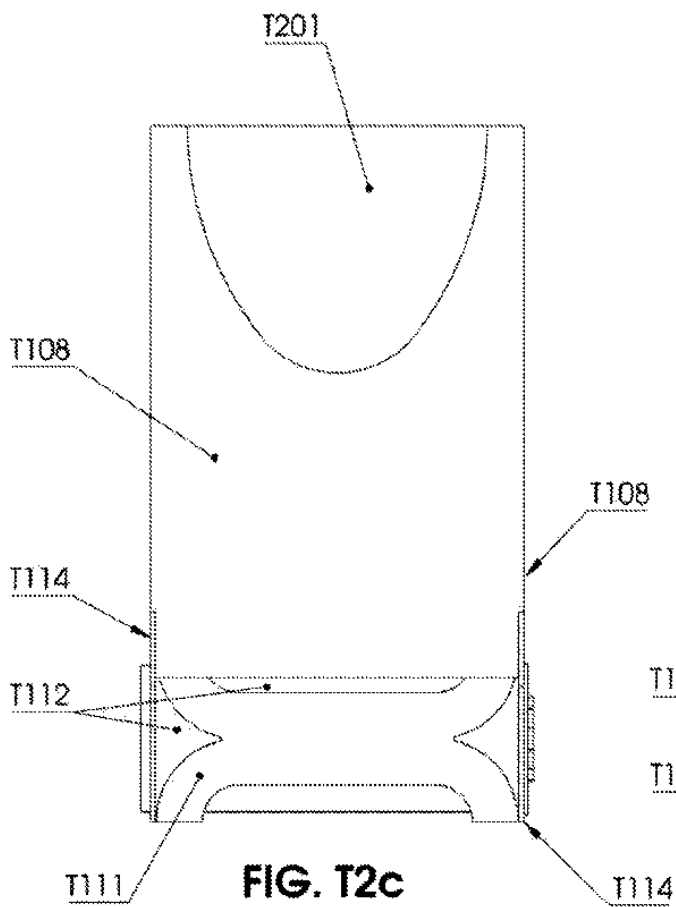


FIG. T2c

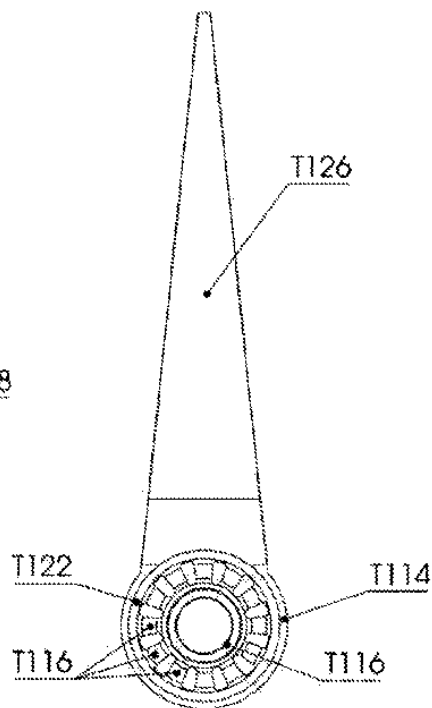
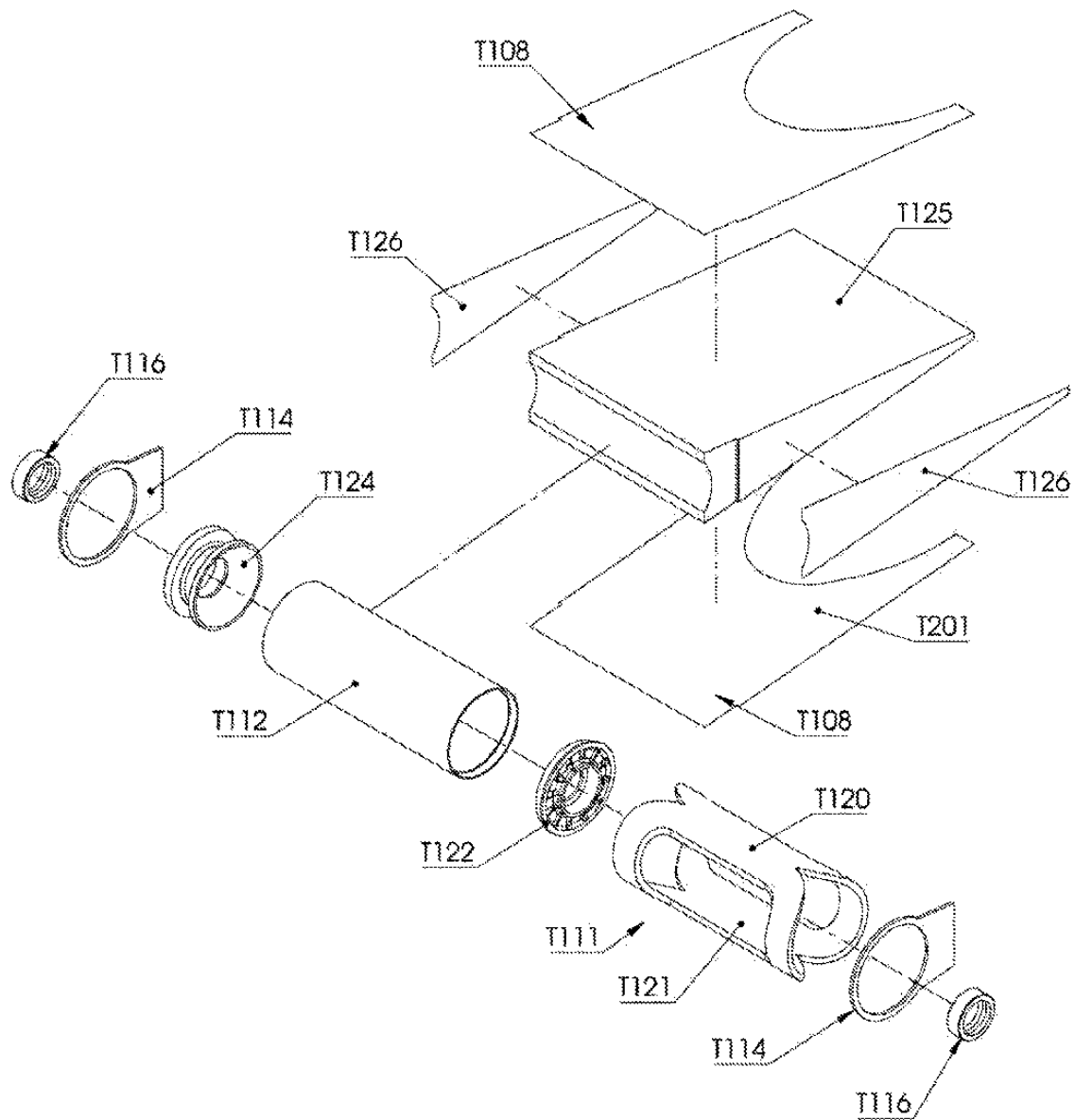
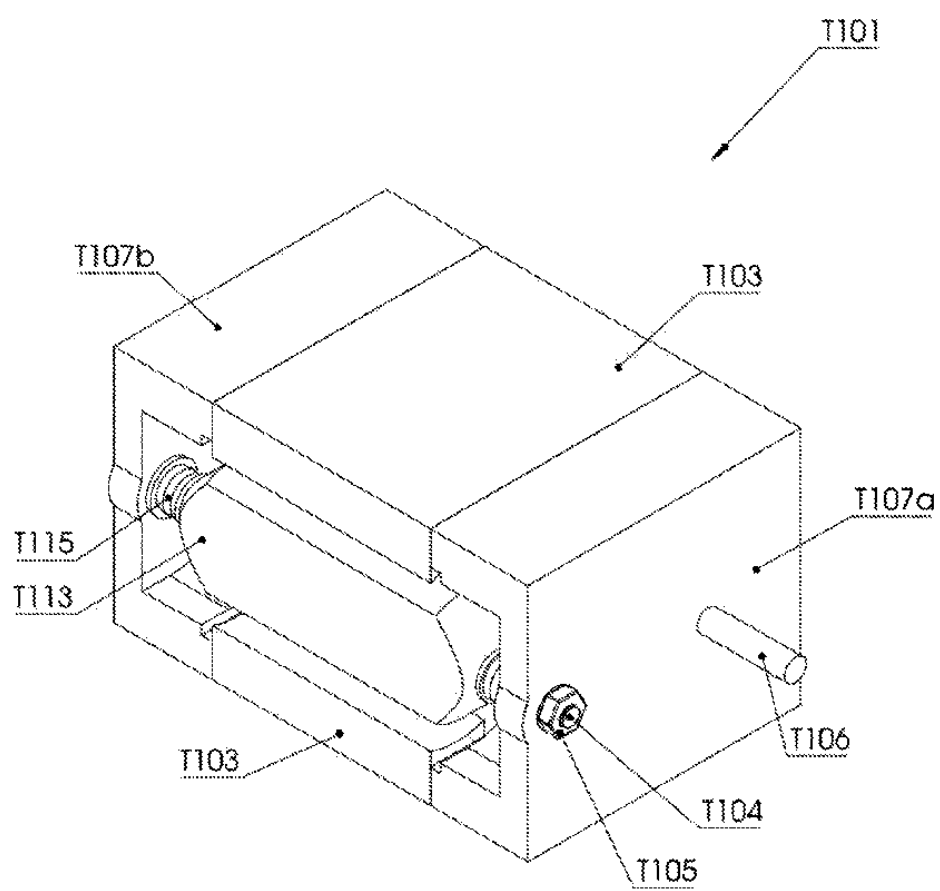
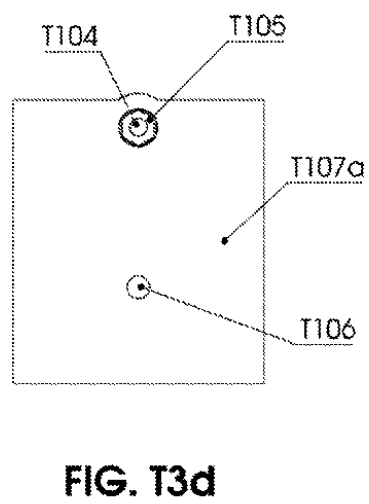
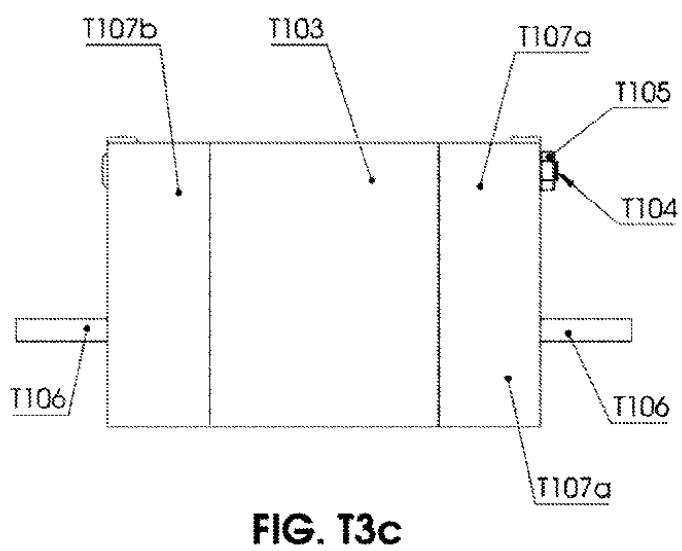
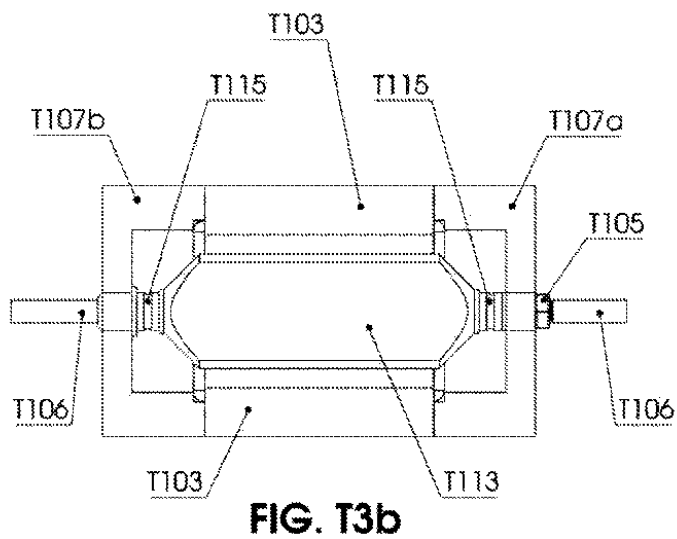


FIG. T2d

**FIG. T2e**

**FIG. T3a**



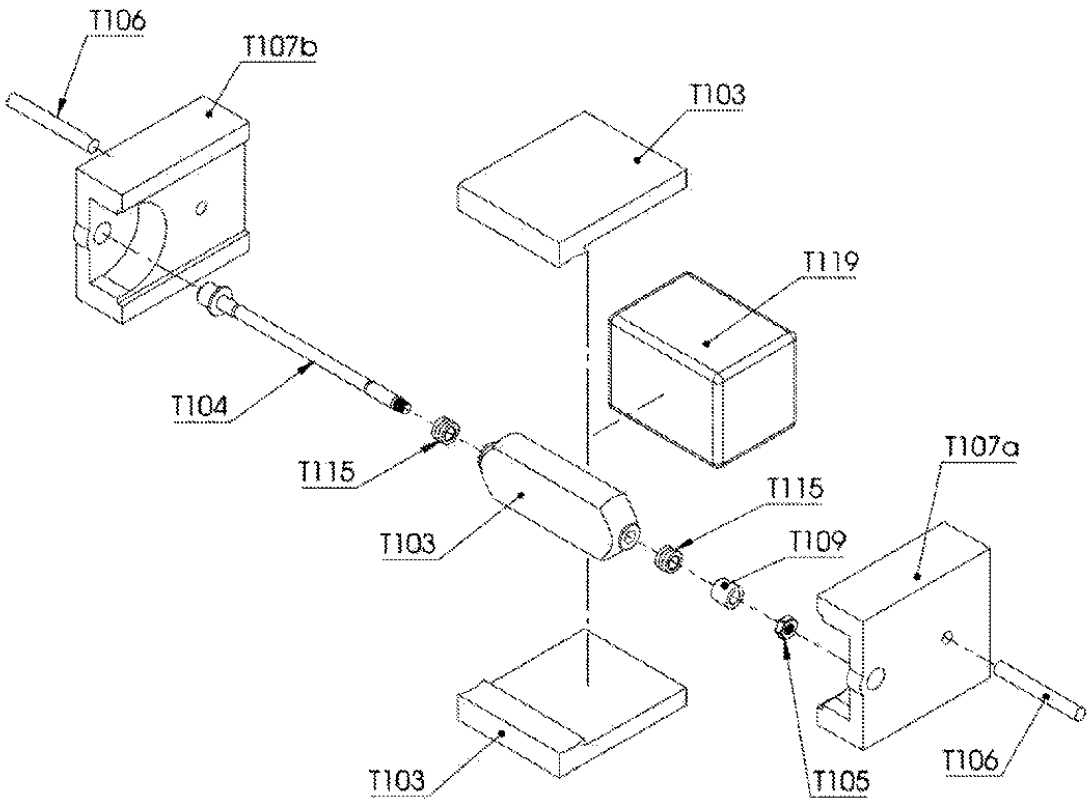


FIG. T3e

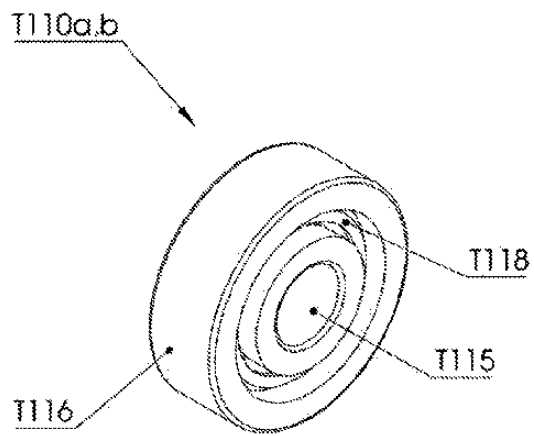


FIG. T4a

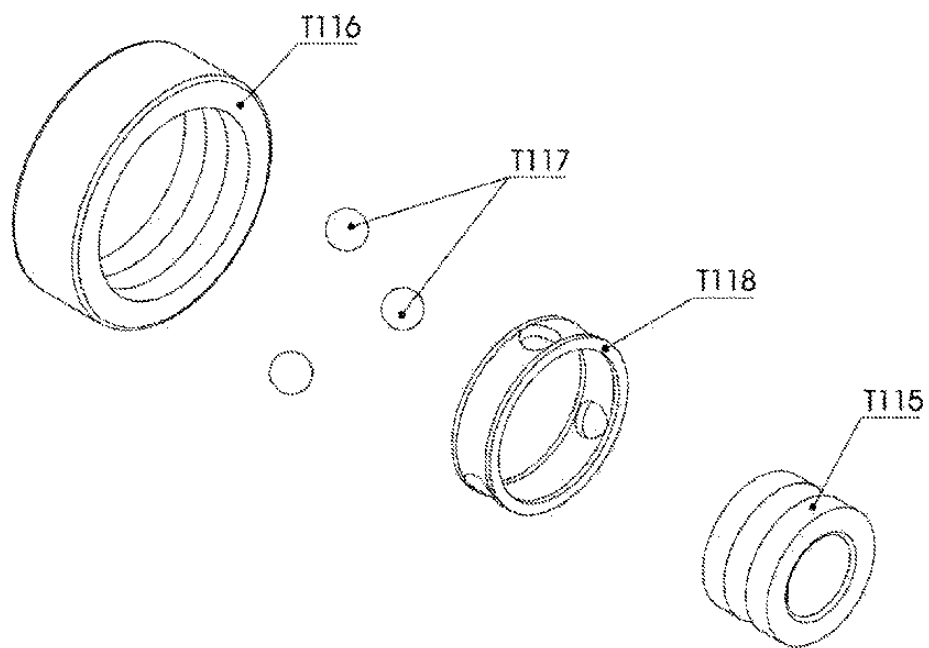
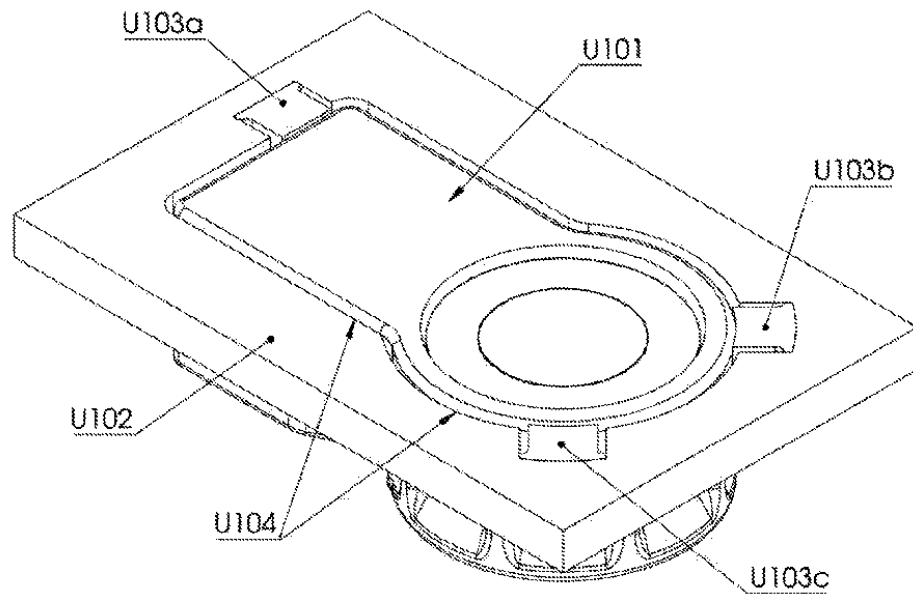
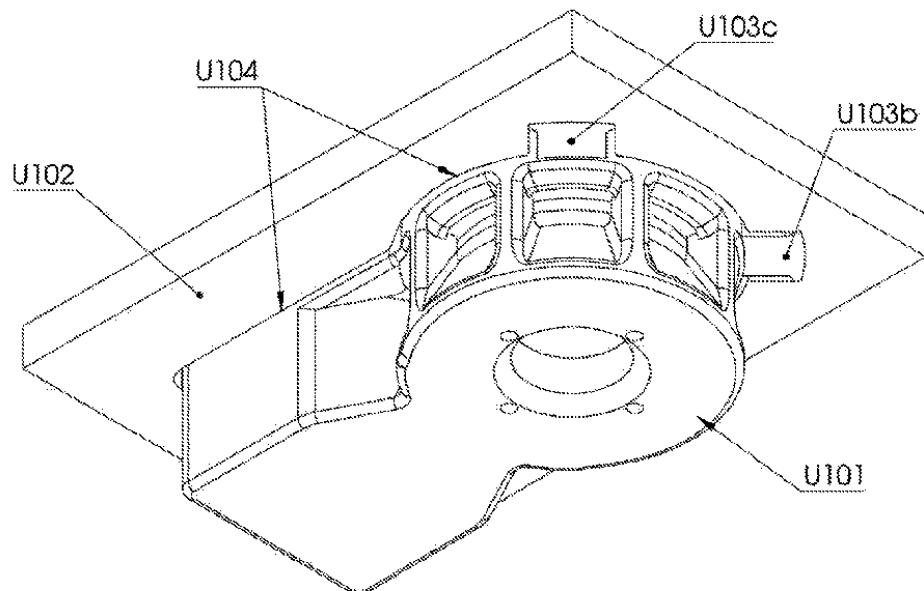
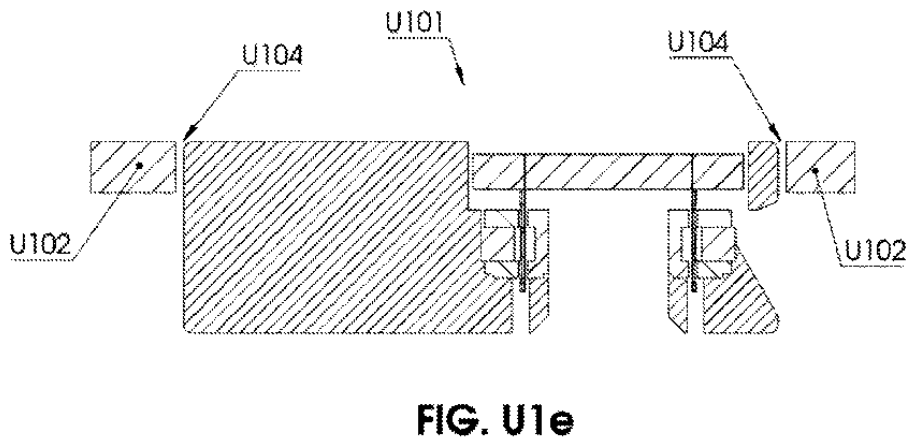
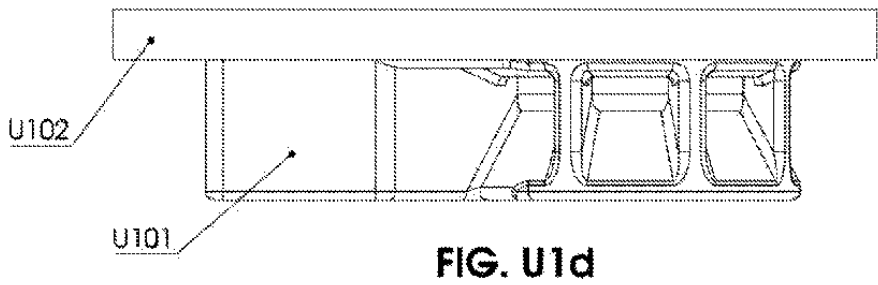
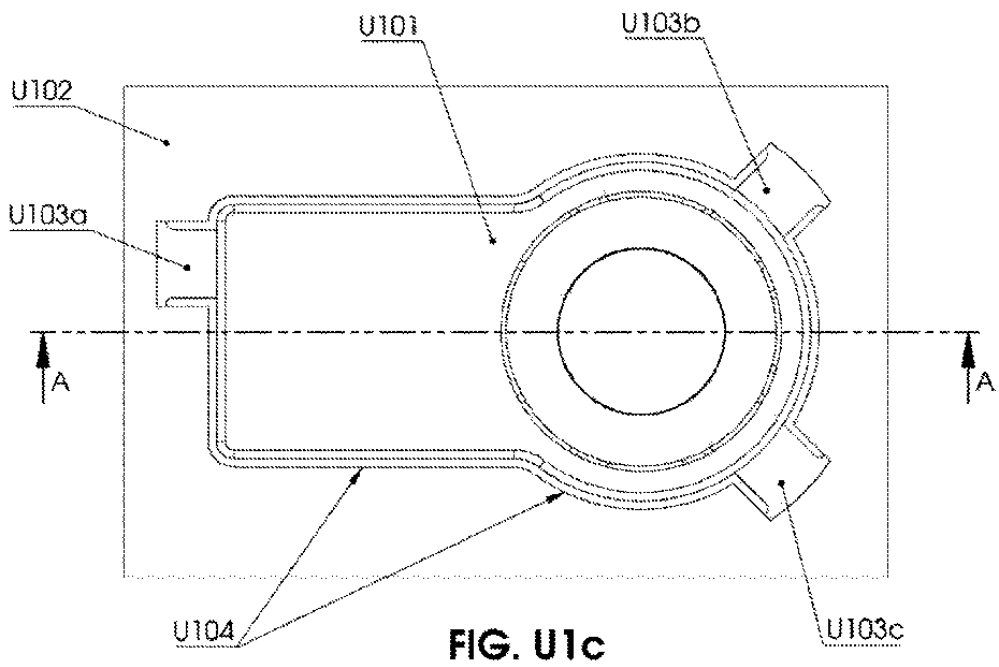
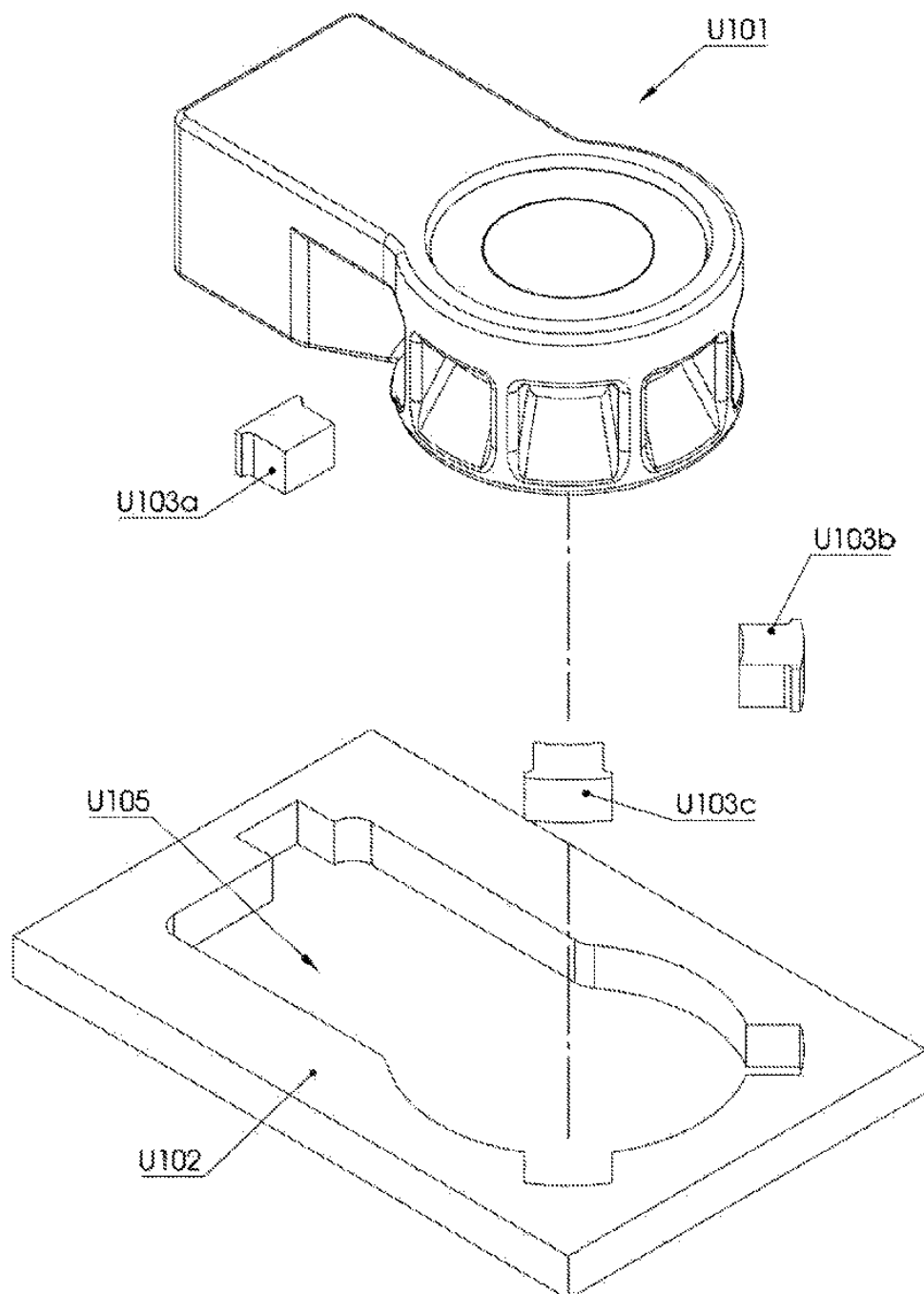
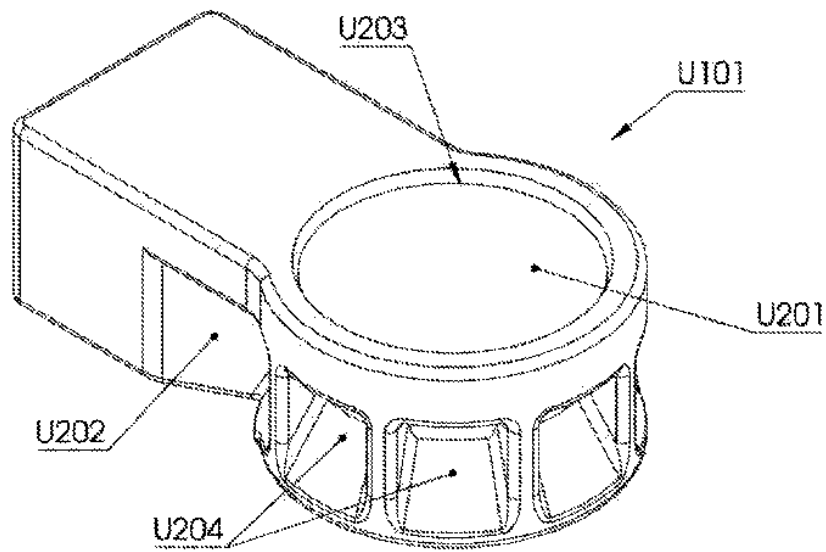
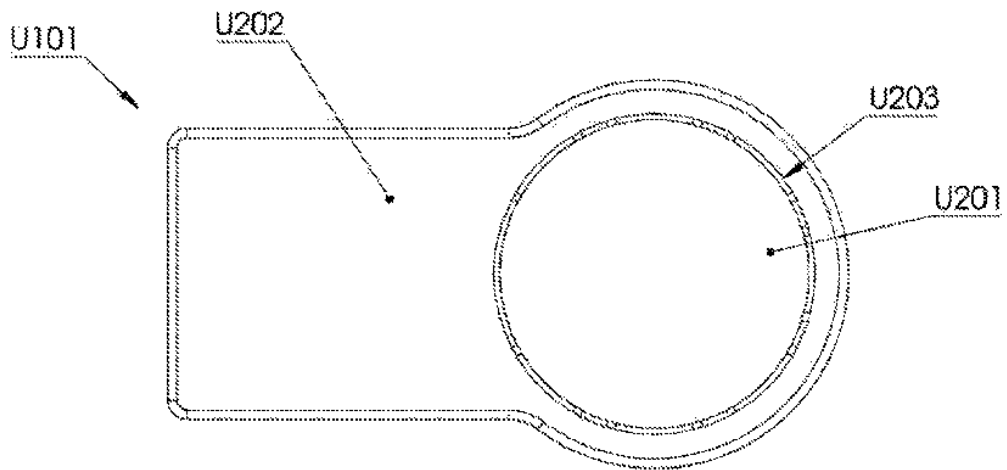
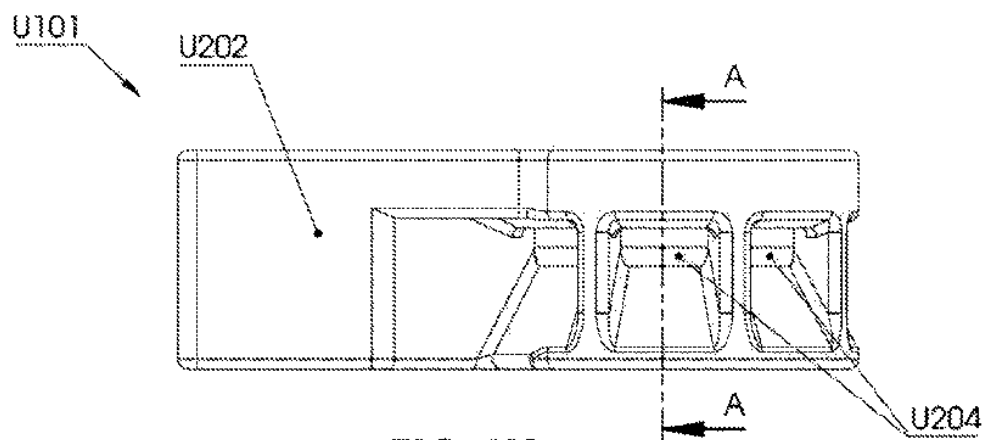


FIG. T4b

**FIG. U1a****FIG. U1b**



**FIG. U1f**

**FIG. U2a****FIG. U2b****FIG. U2c**

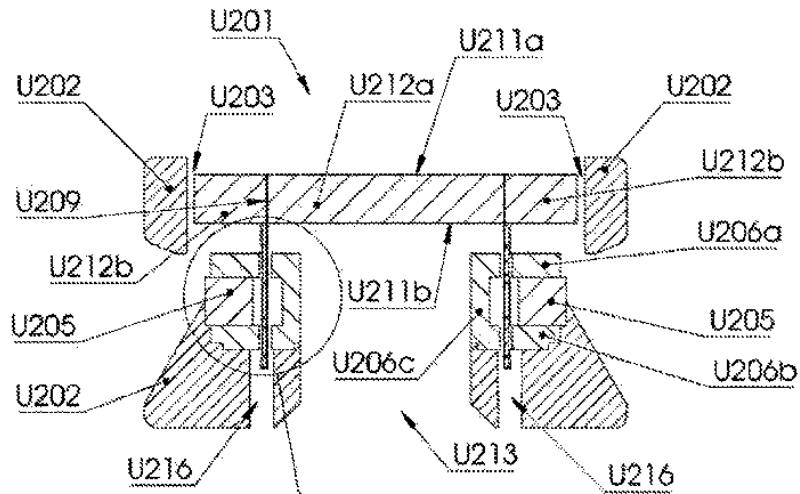


FIG. U2d

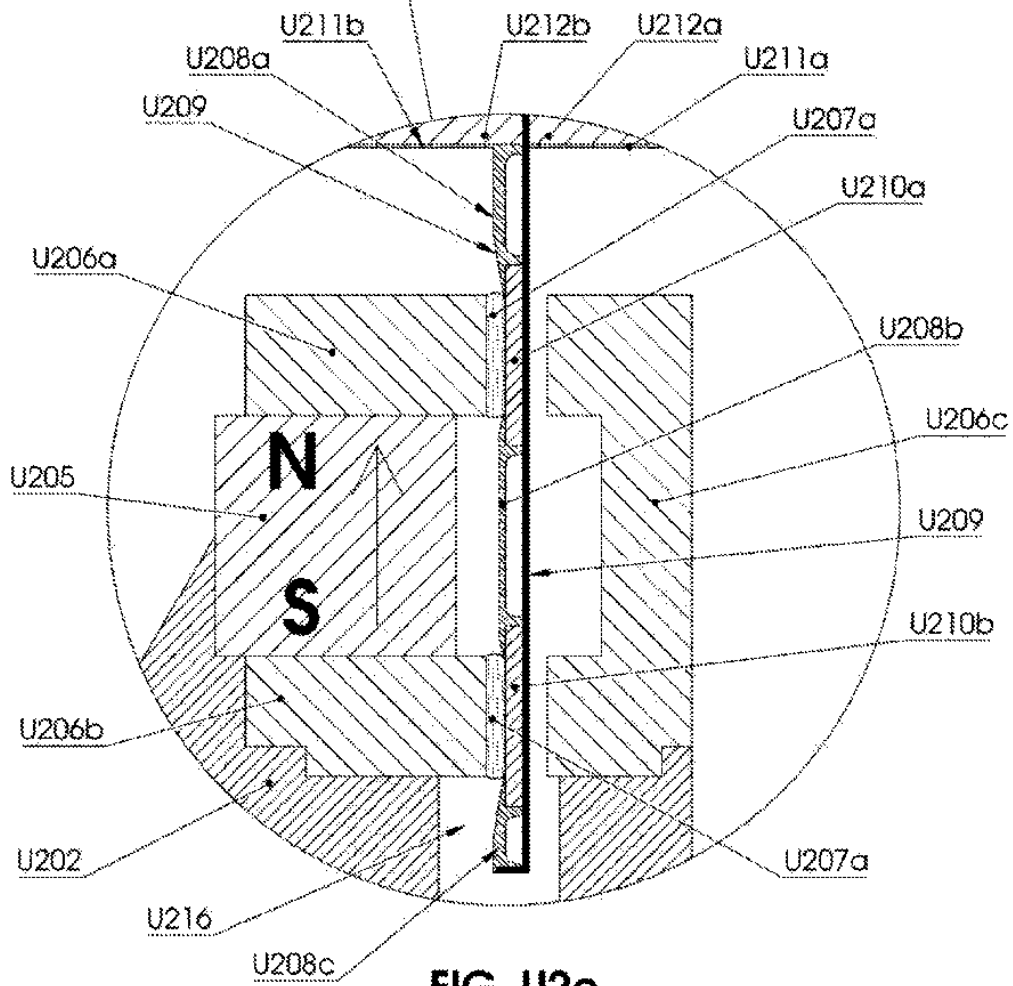
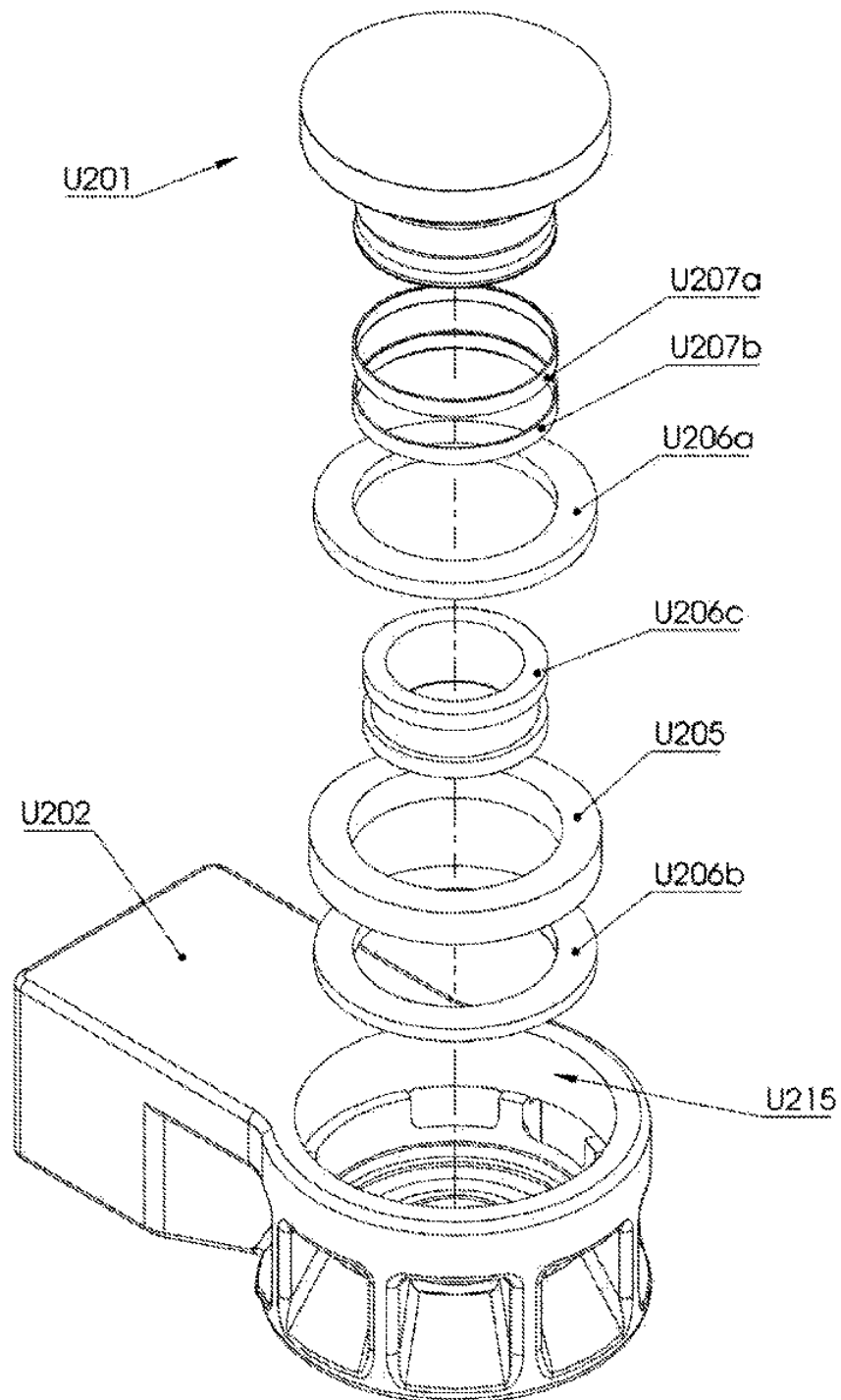


FIG. U2e

**FIG. U2f**

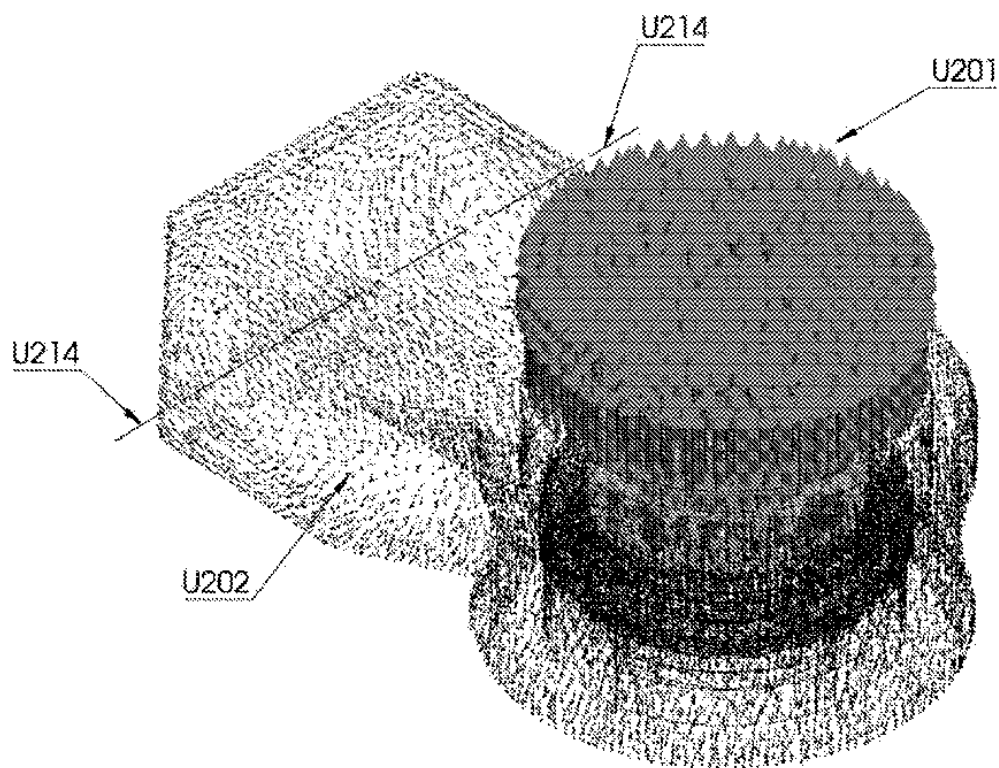


FIG. U2g

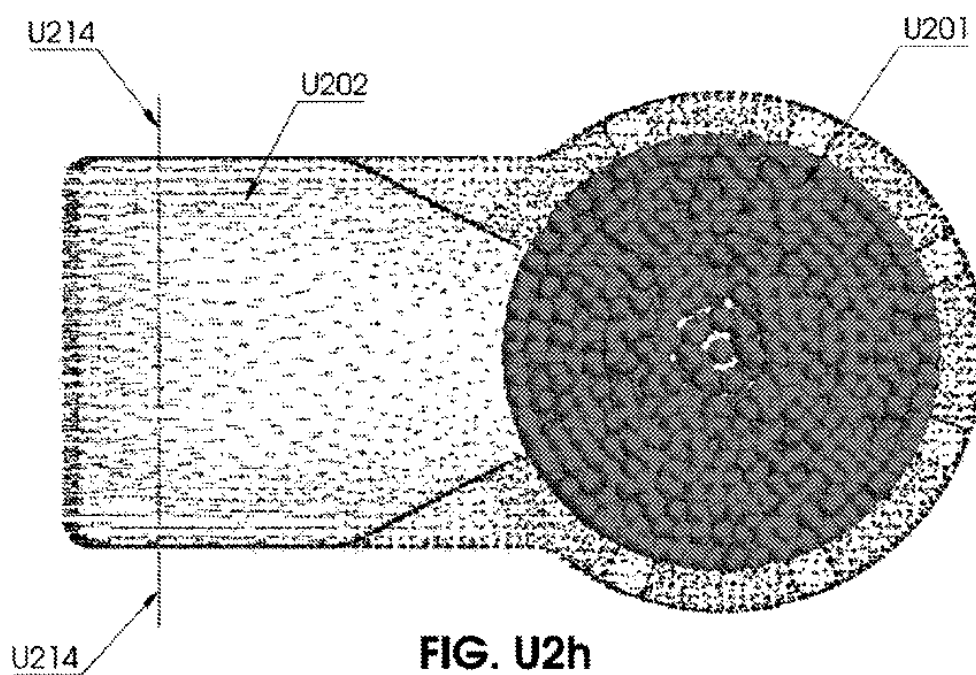


FIG. U2h

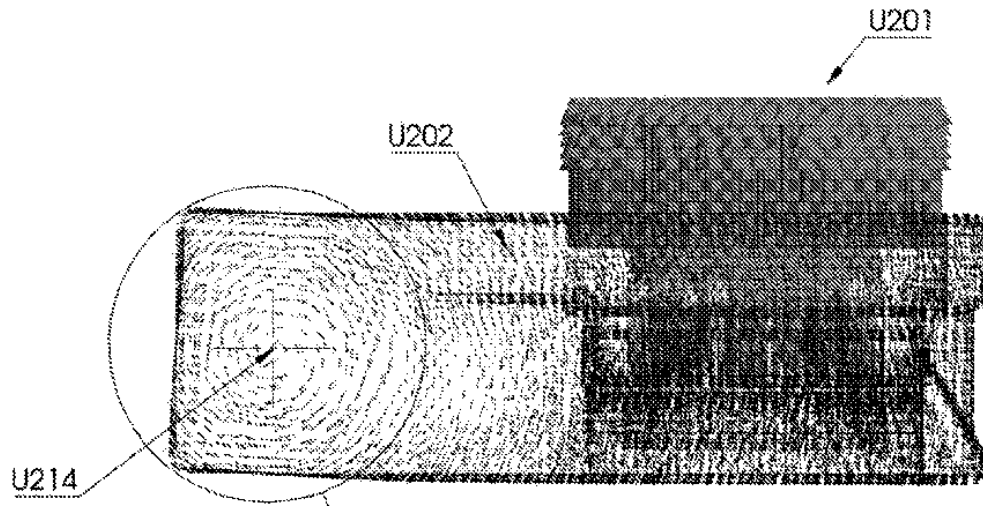


FIG. U2i

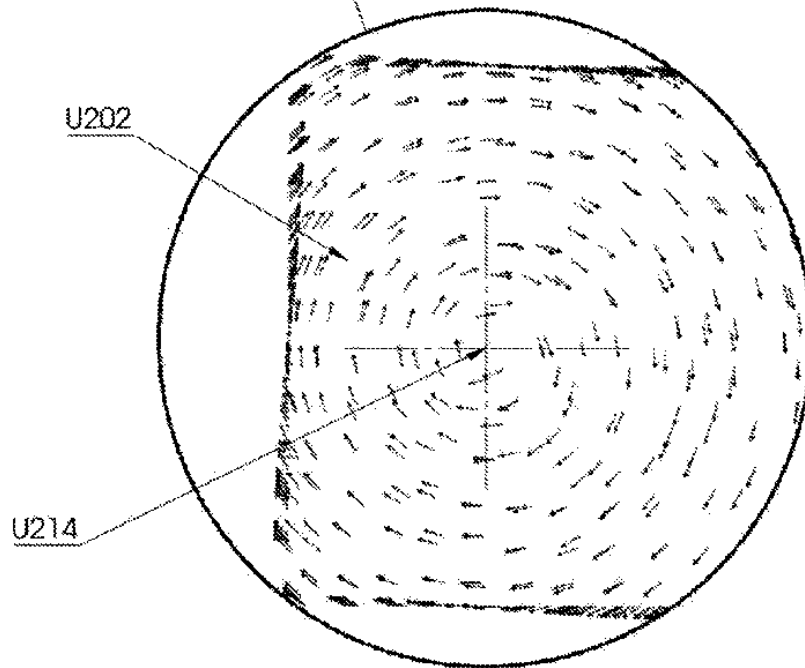


FIG. U2j

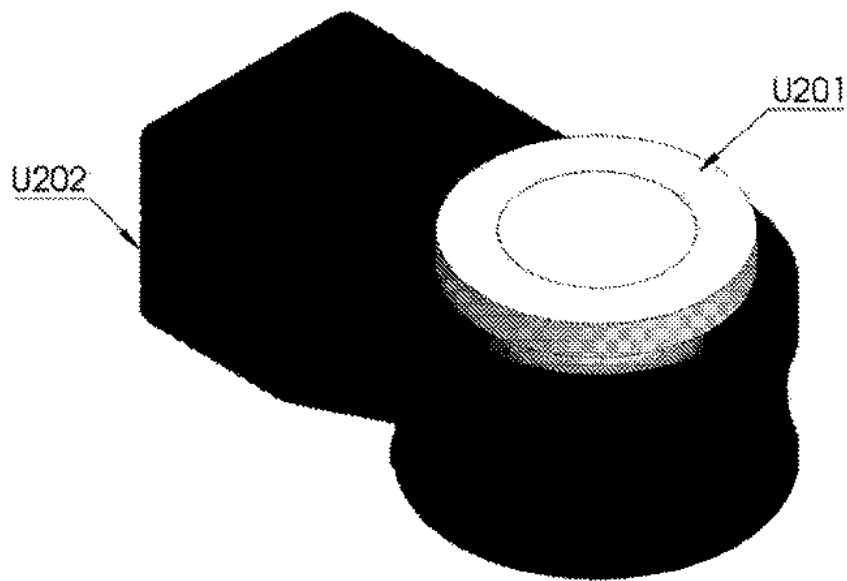


FIG. U2k

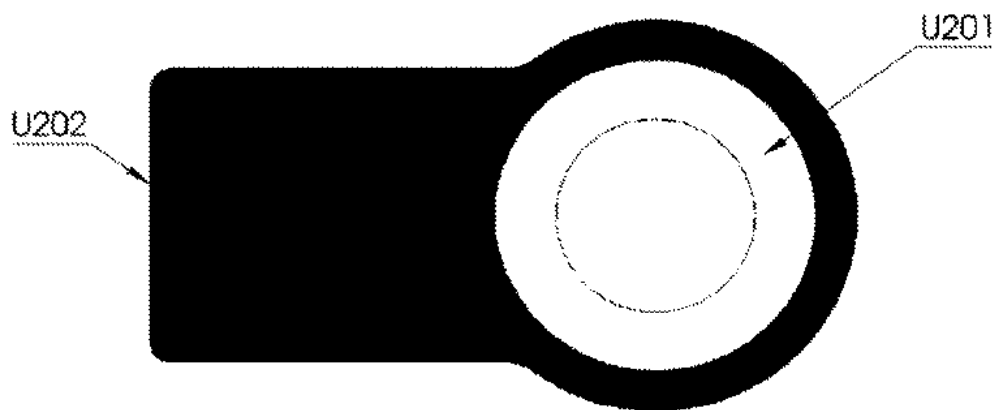


FIG. U2l

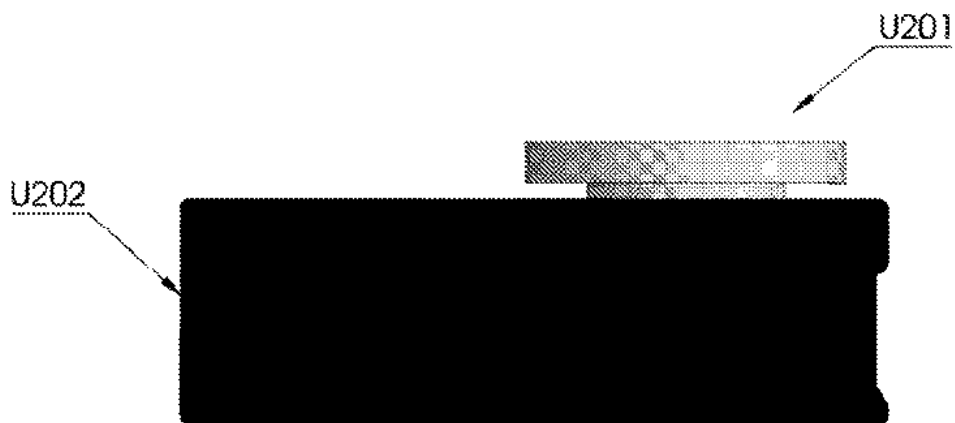


FIG. U2m

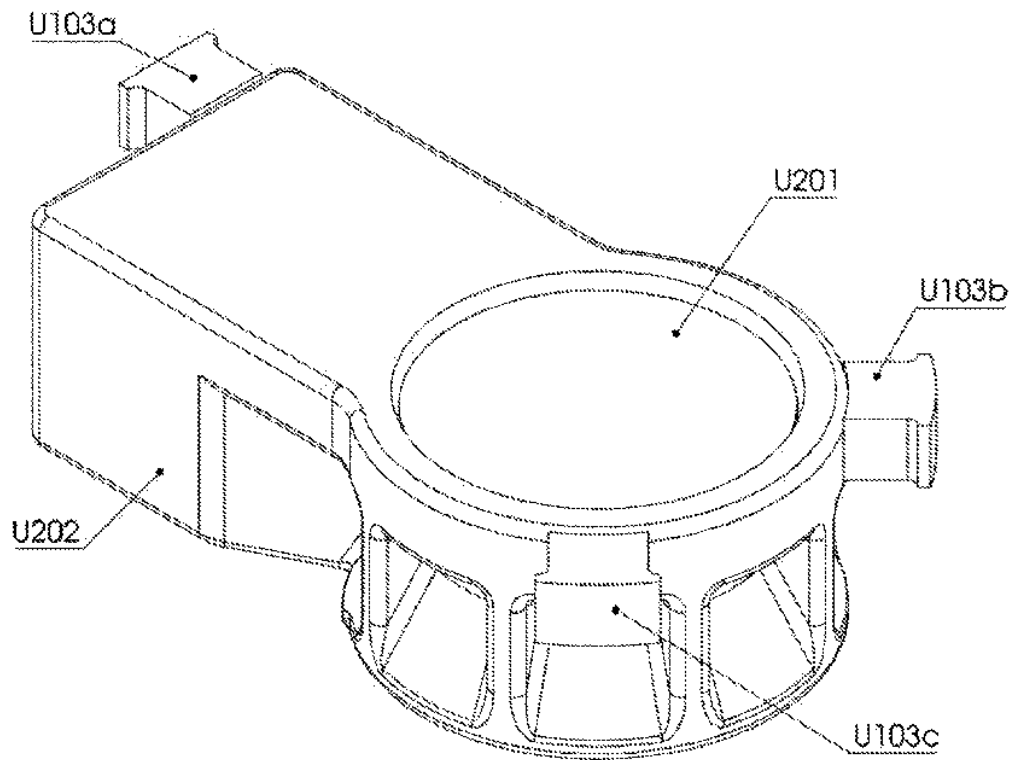


FIG. U3a

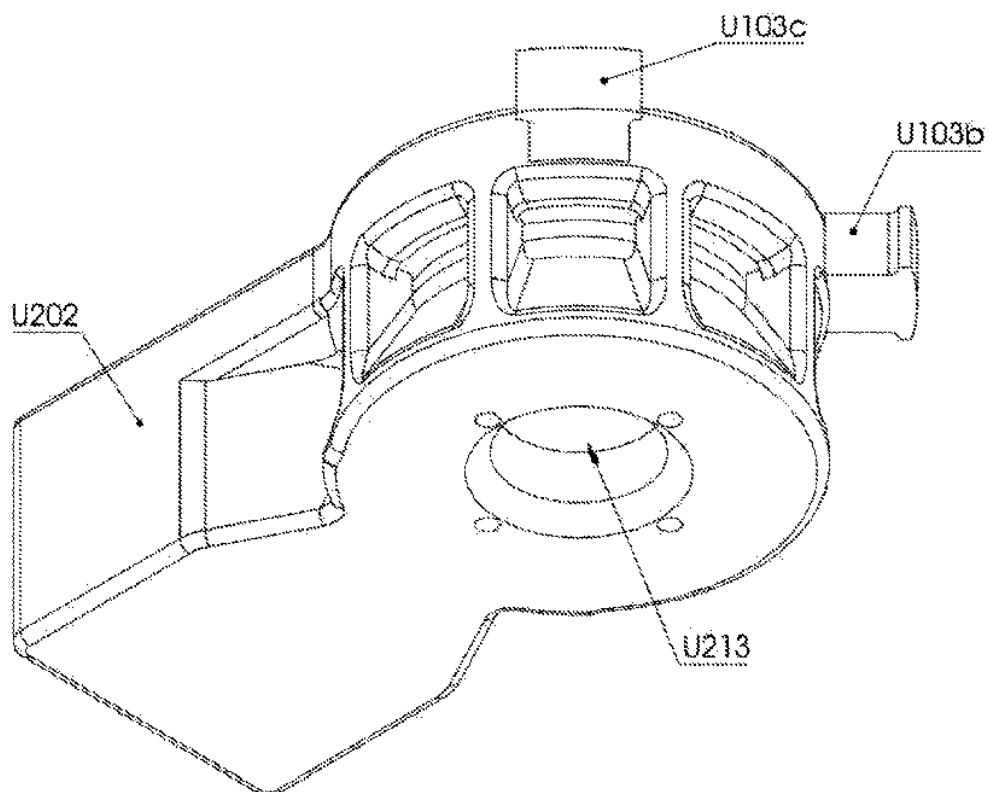
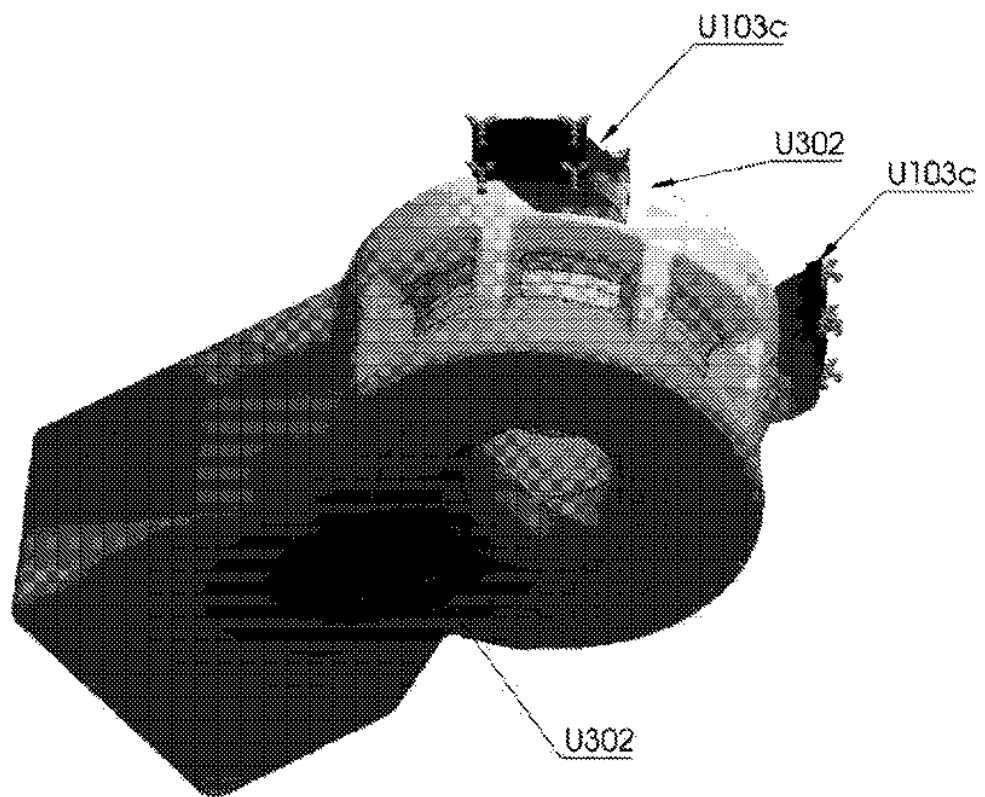
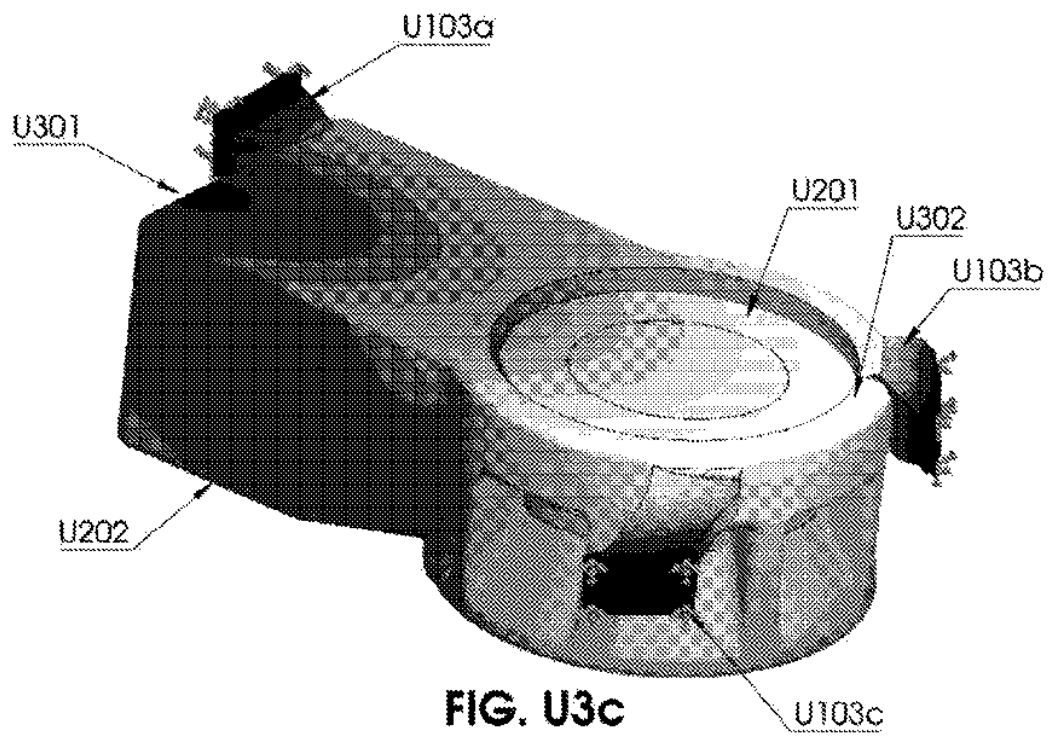


FIG. U3b



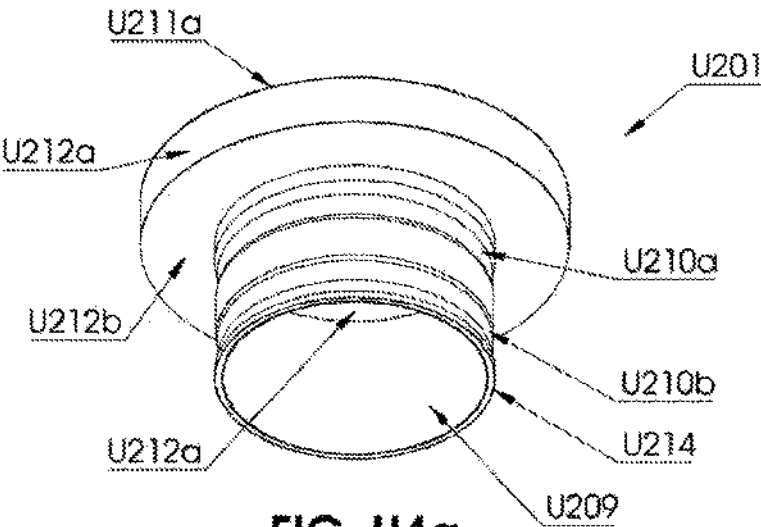


FIG. U4a

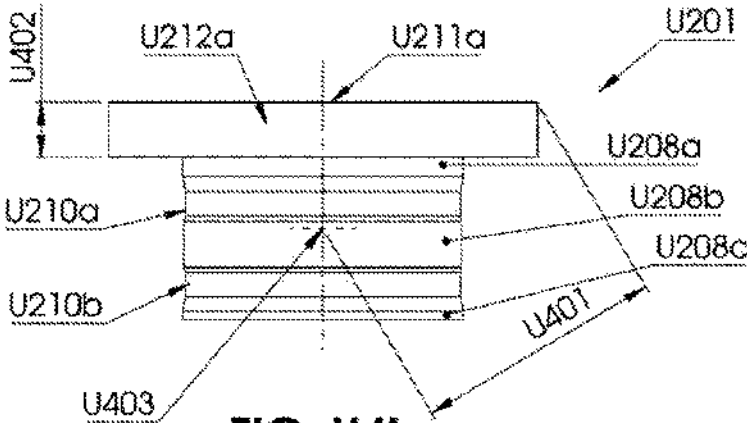


FIG. U4b

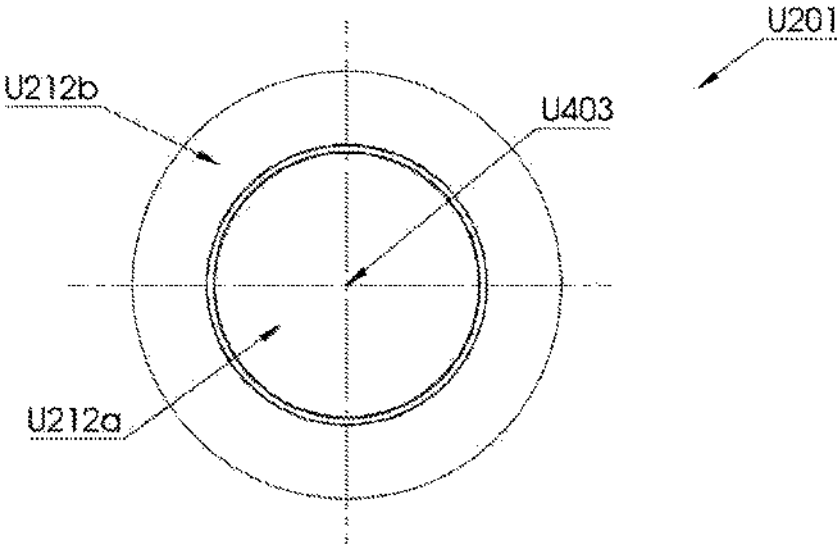
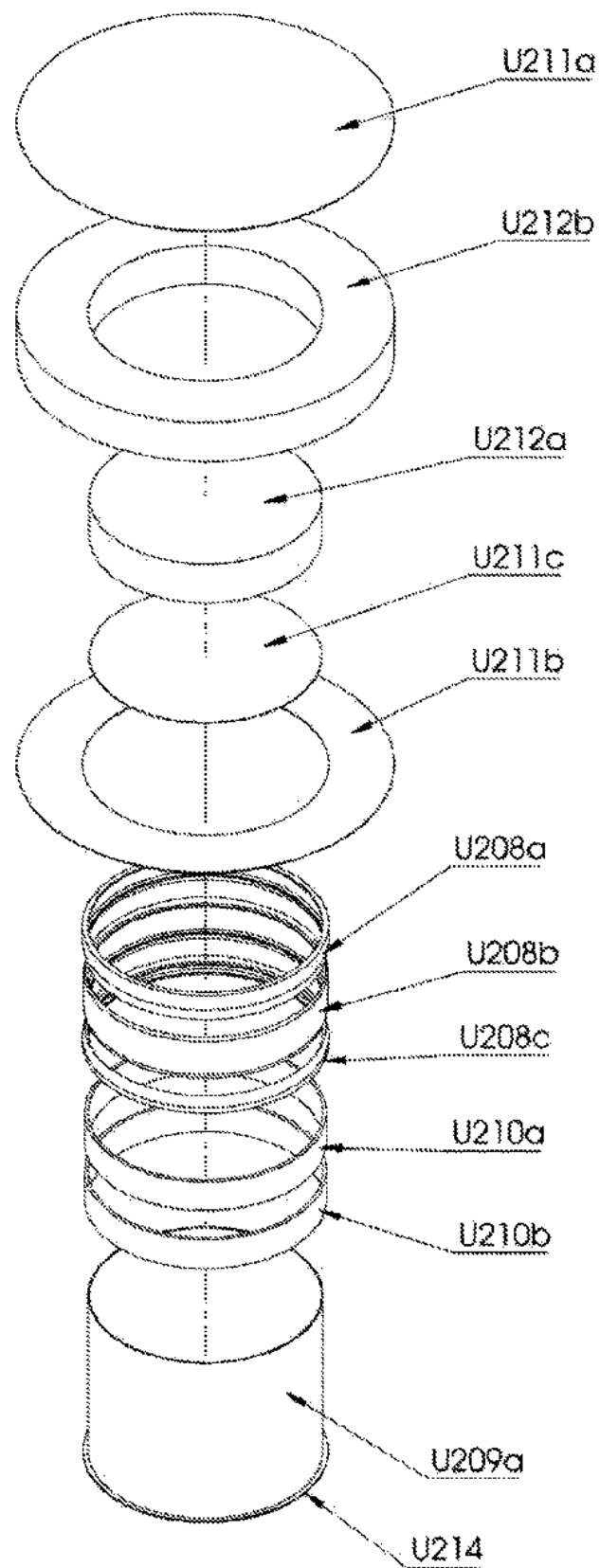


FIG. U4c

**FIG. U4d**

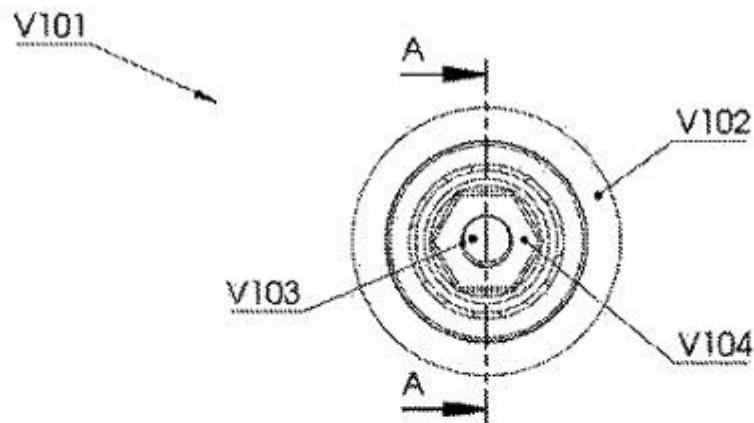


FIG. V1a
(ESTADO DA TÉCNICA)

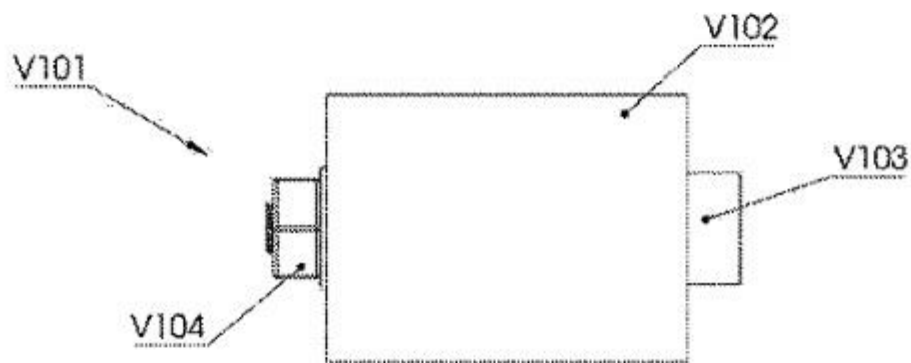


FIG. V1b
(ESTADO DA TÉCNICA)

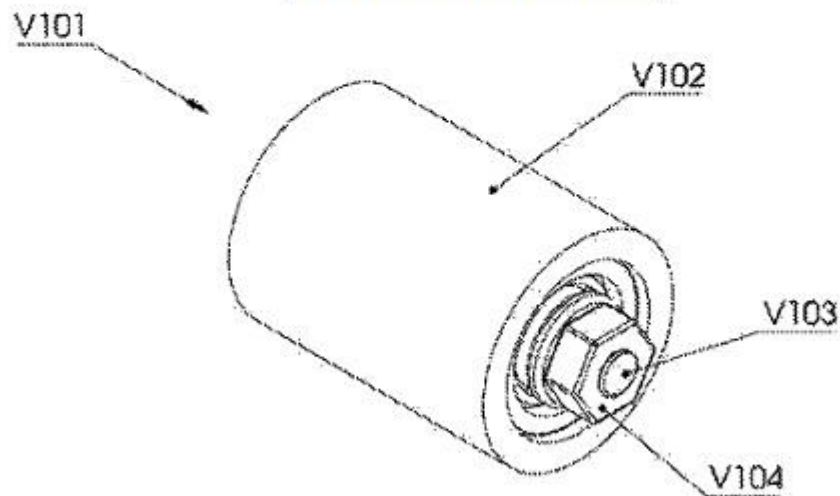


FIG. V1c
(ESTADO DA TÉCNICA)

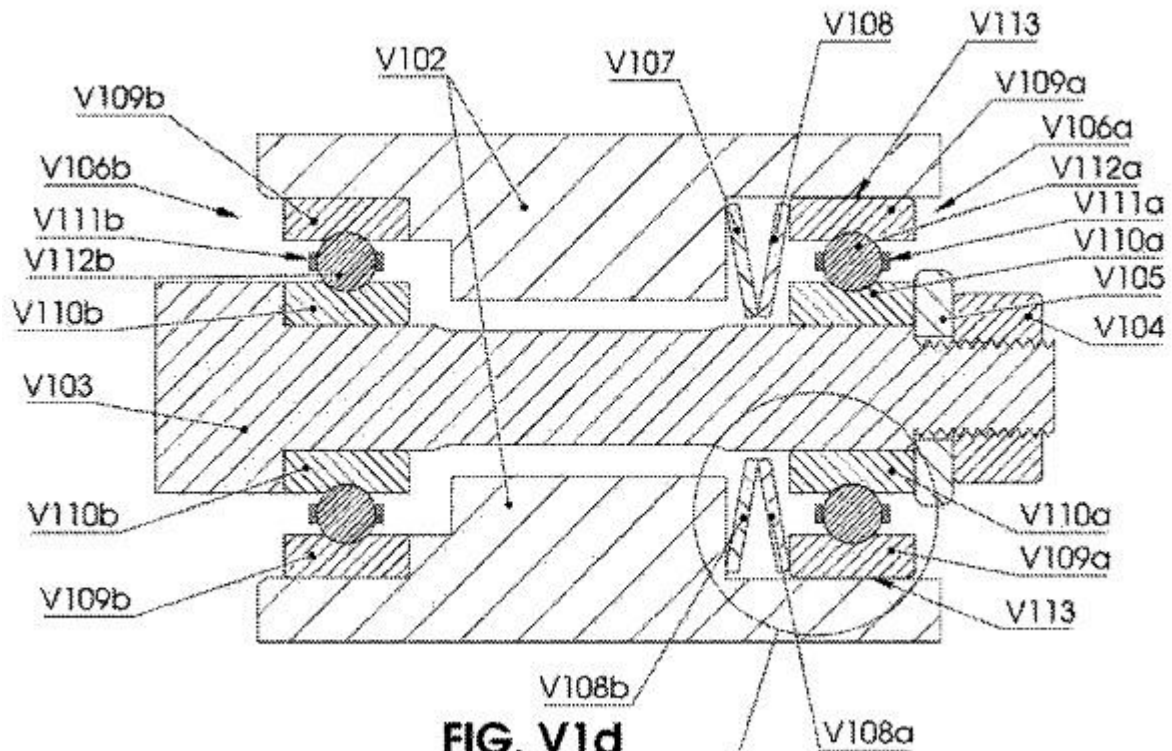


FIG. V1d
(ESTADO DA TÉCNICA)

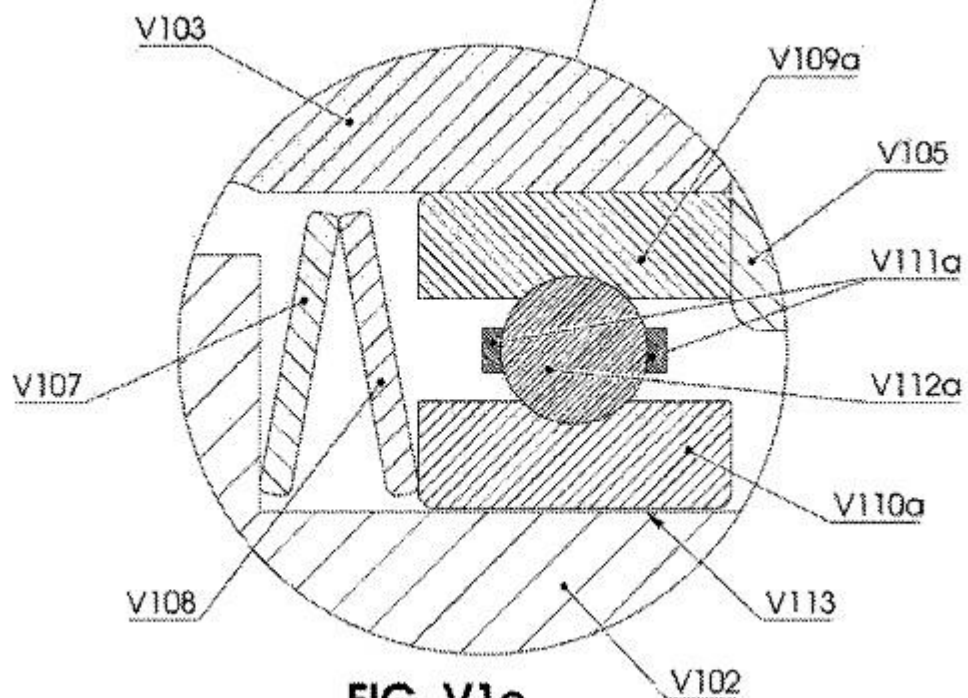


FIG. V1e
(ESTADO DA TÉCNICA)

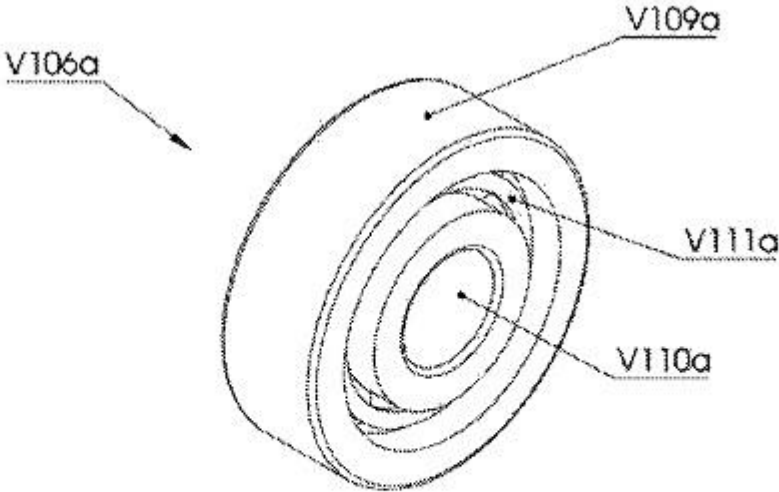


FIG. V2a
(ESTADO DA TÉCNICA)

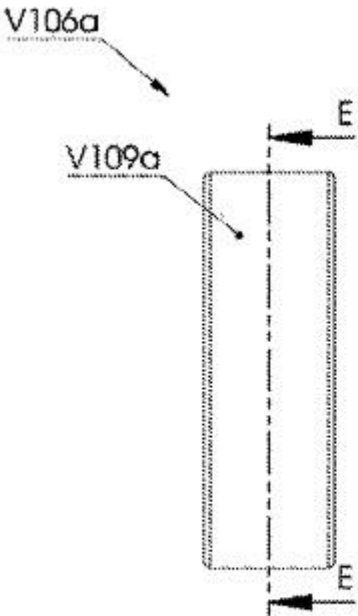


FIG. V2b
(ESTADO DA TÉCNICA)

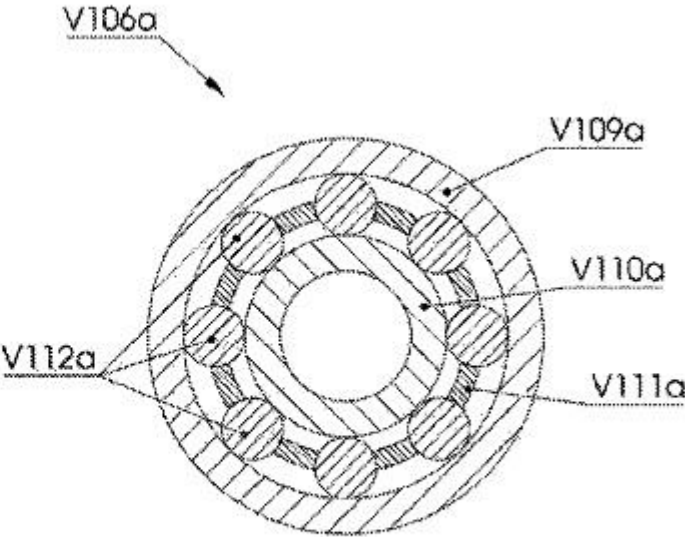


FIG. V2c
(ESTADO DA TÉCNICA)

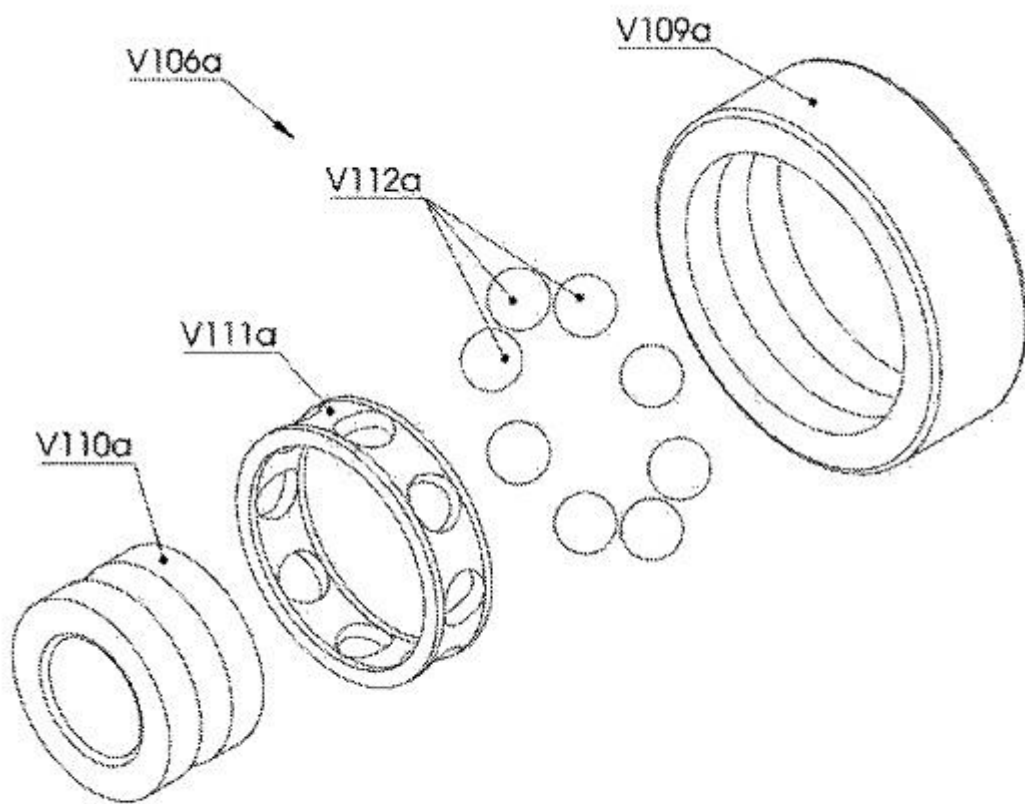
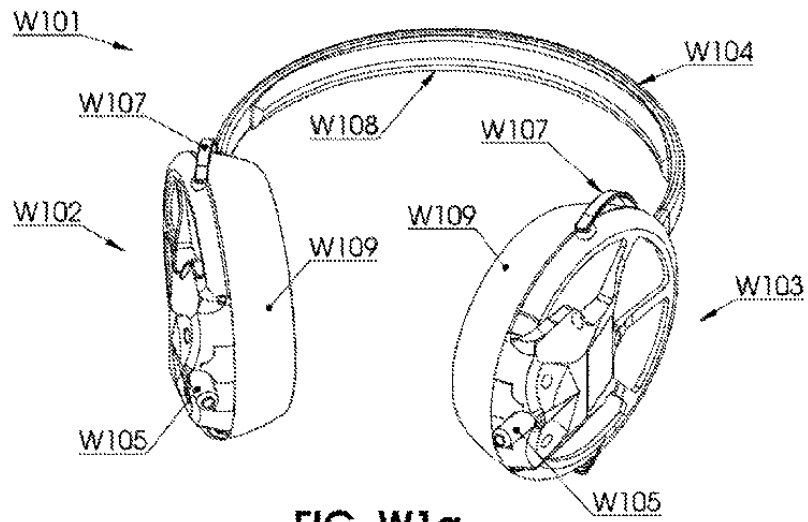
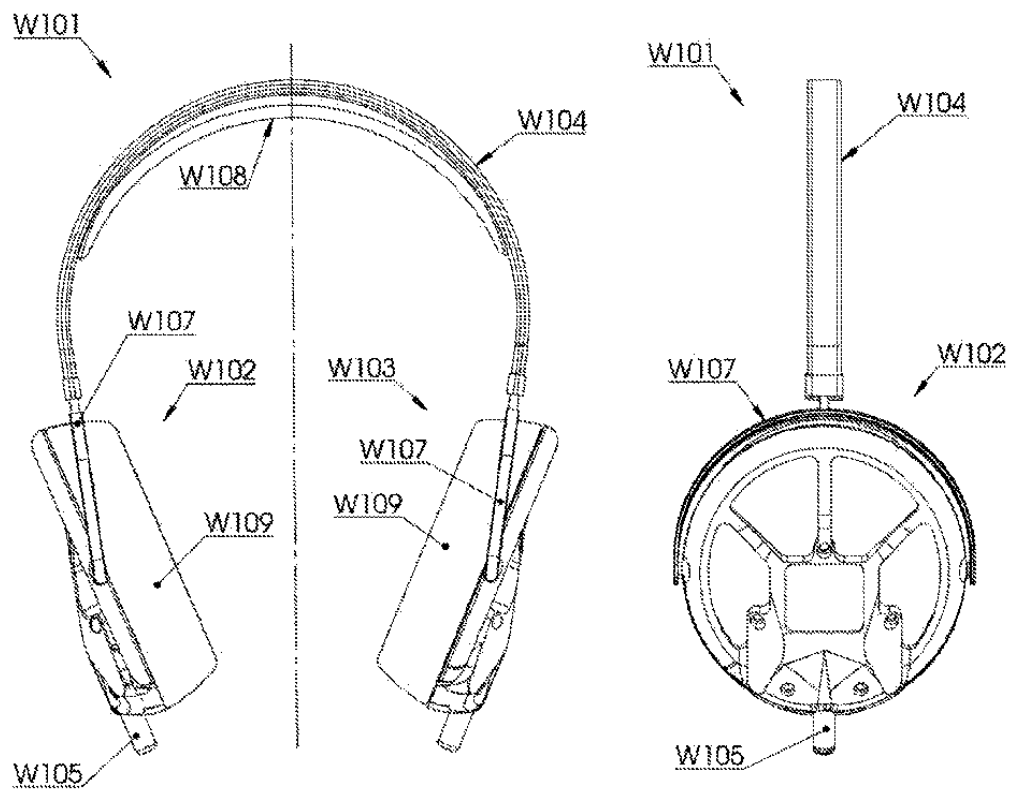
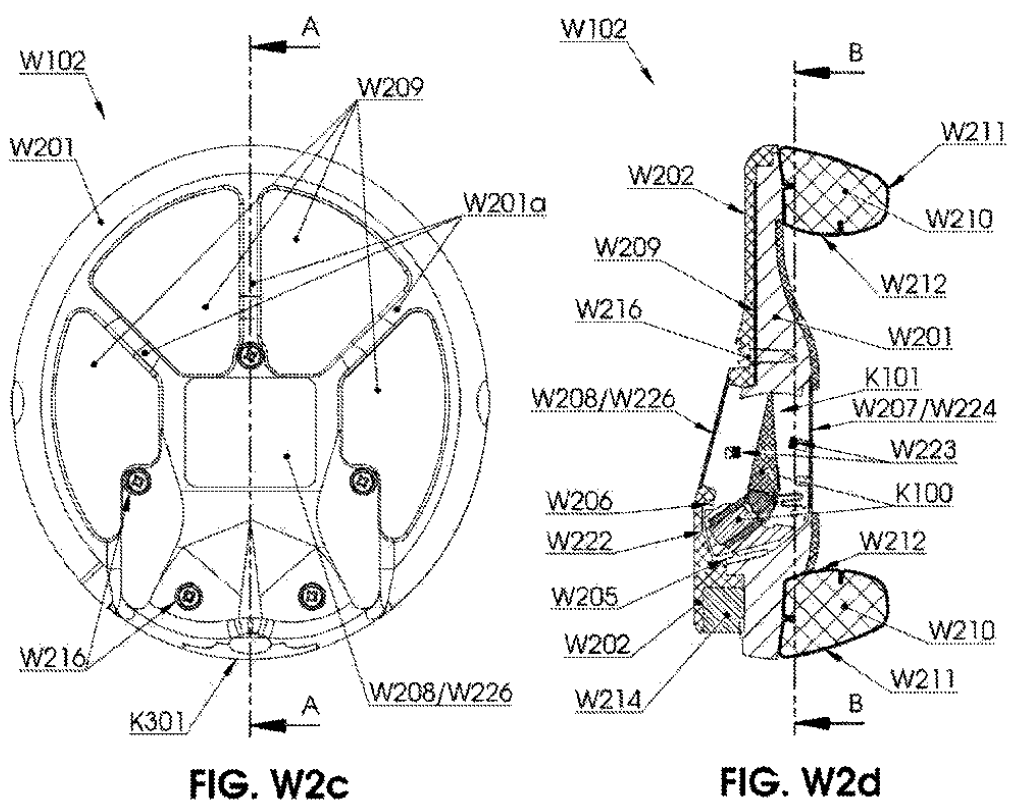
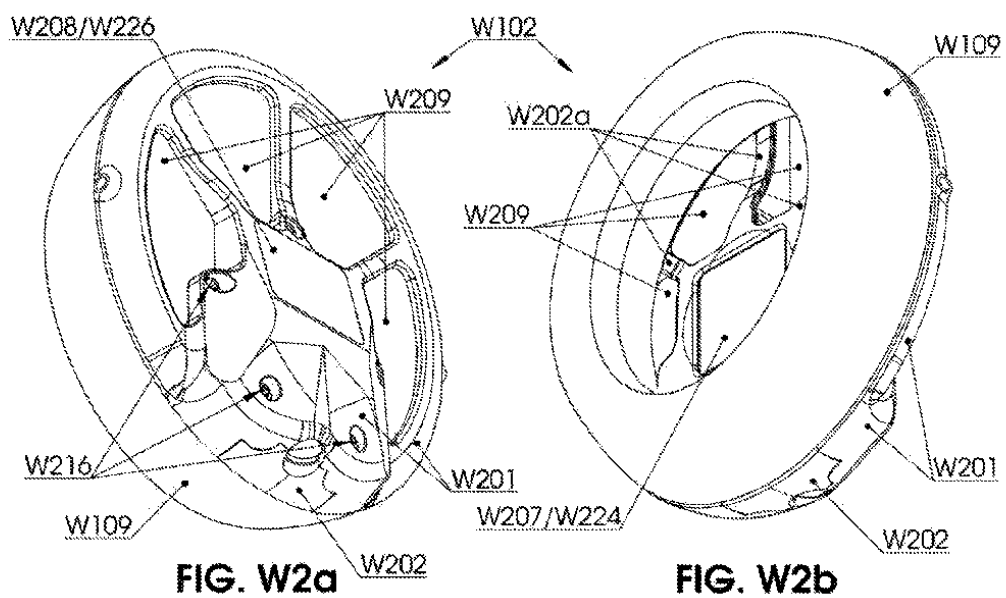
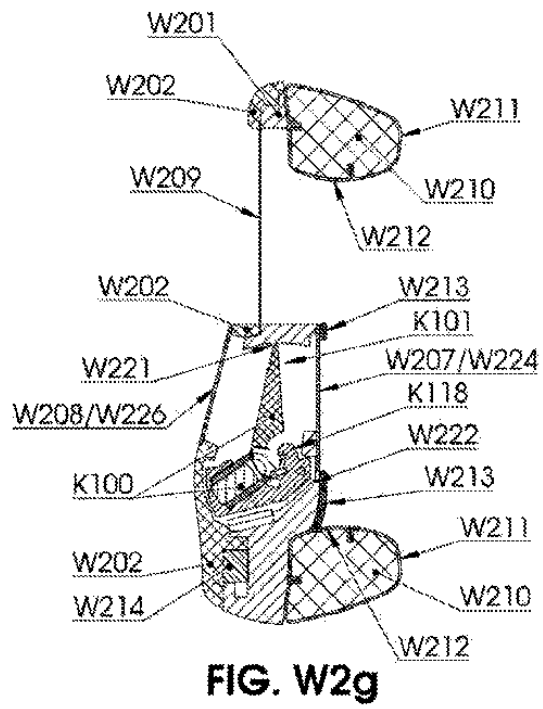
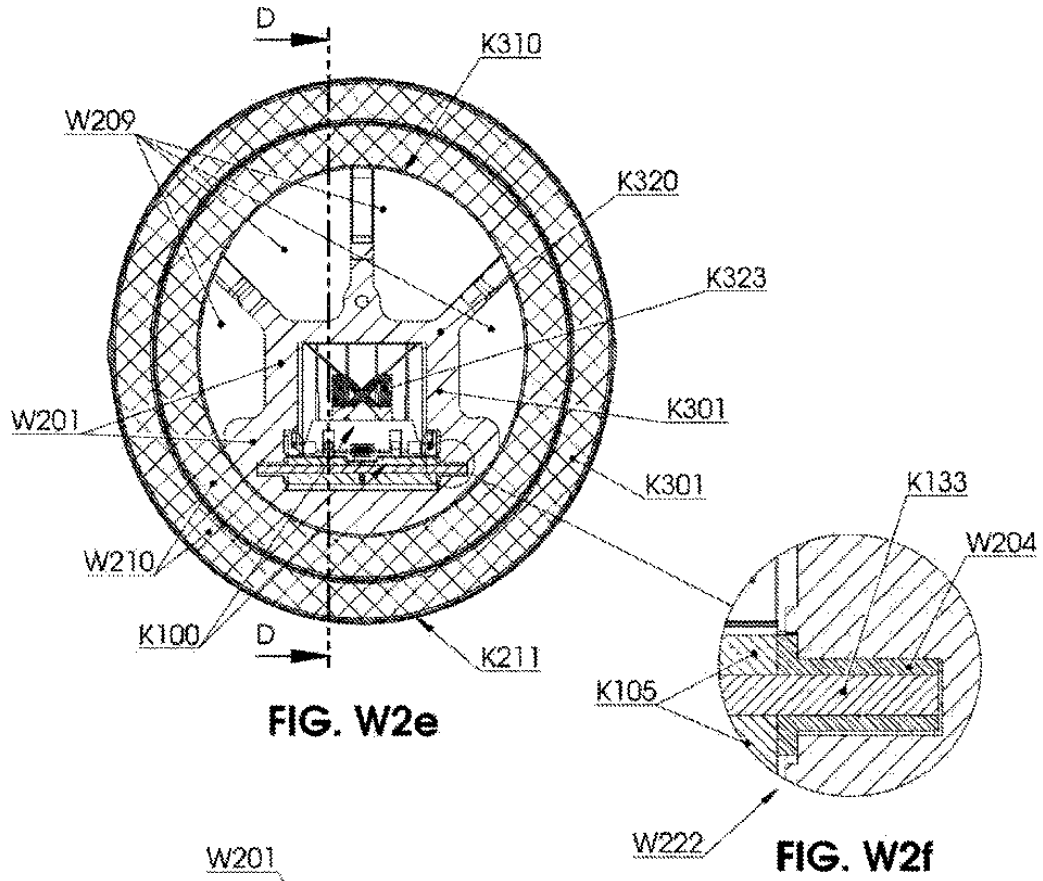


FIG. V2d
(ESTADO DA TÉCNICA)

**FIG. W1a****FIG. W1b****FIG. W1c**





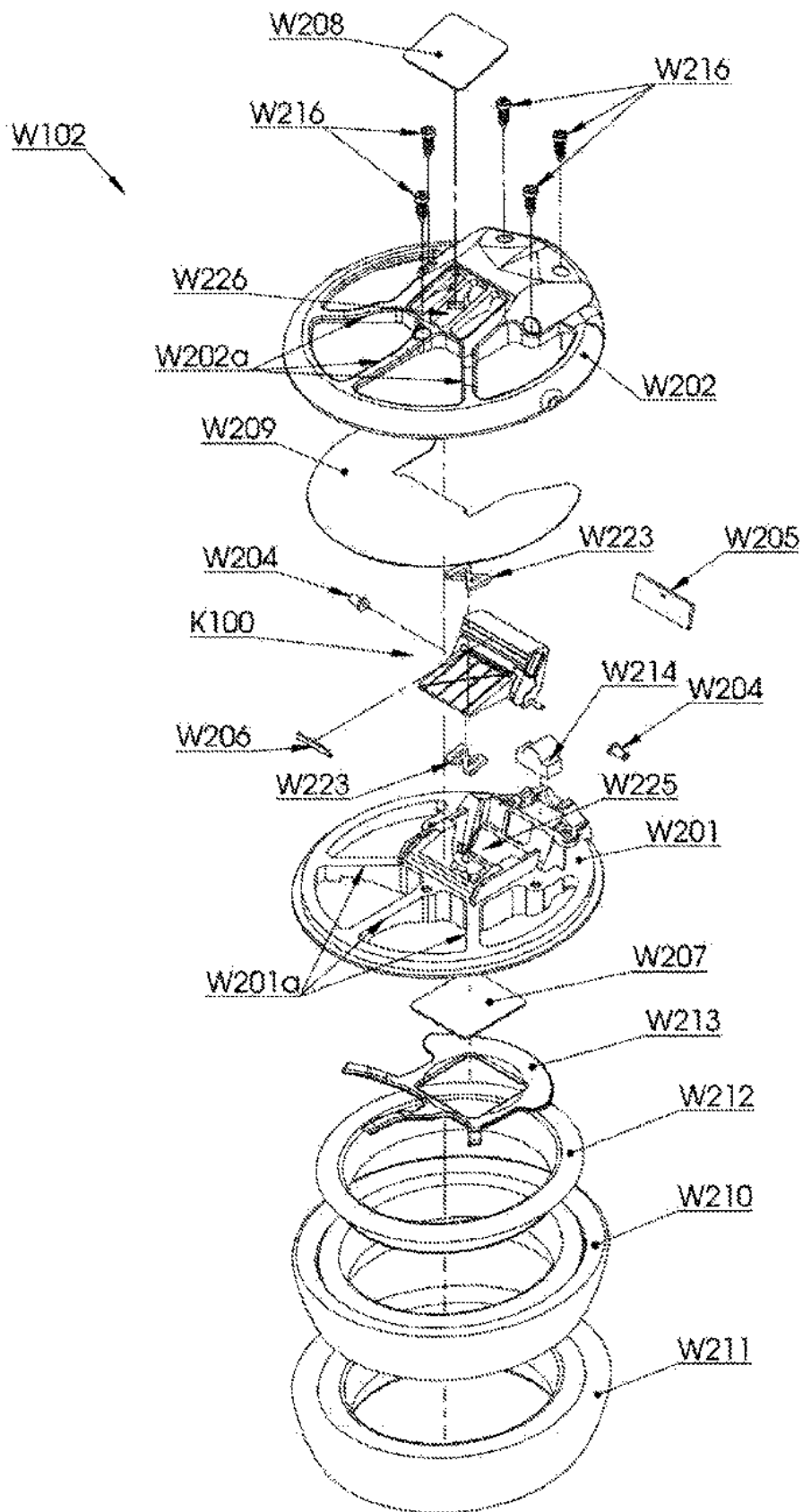


FIG. W2h

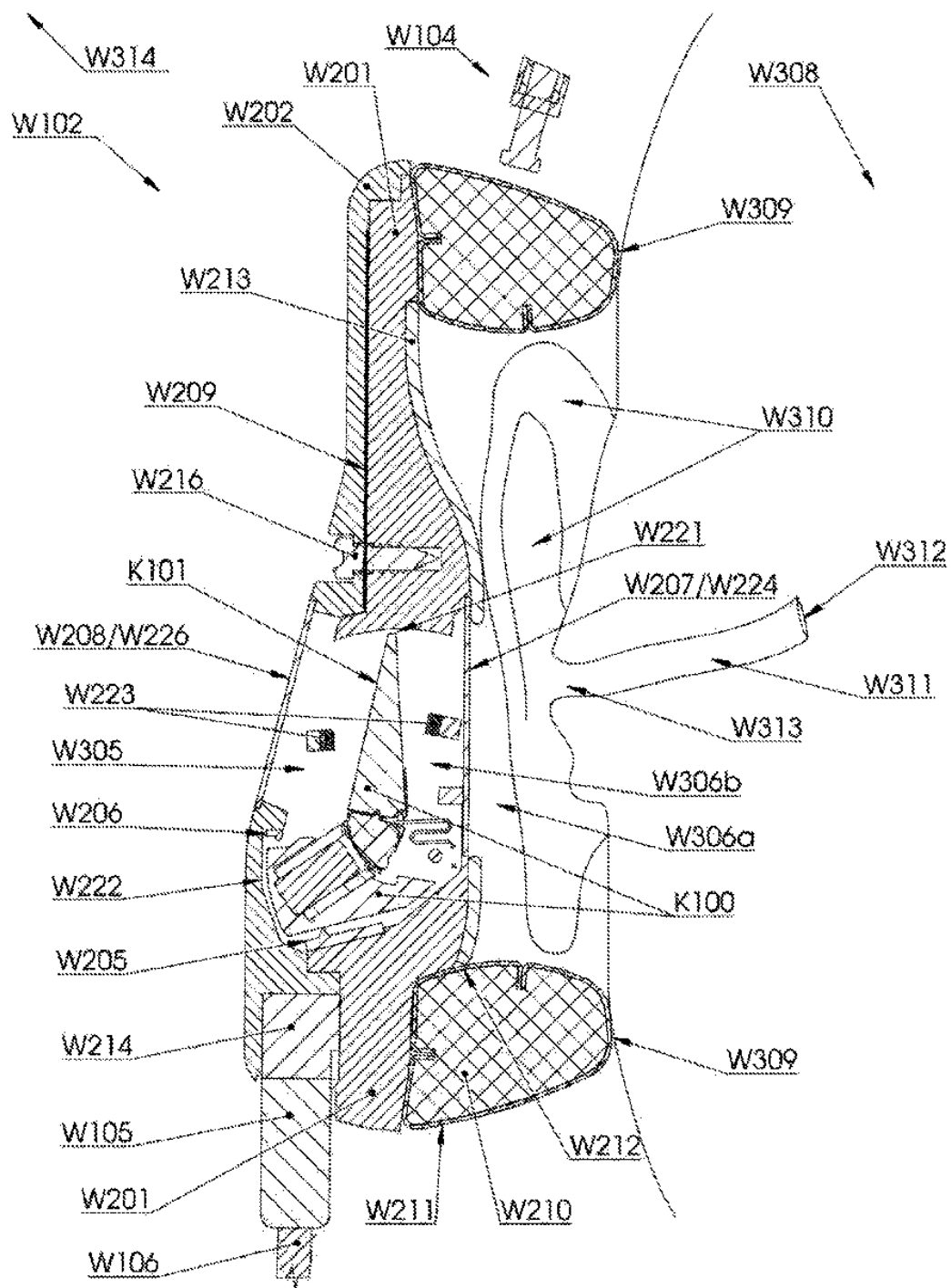


FIG. W3a

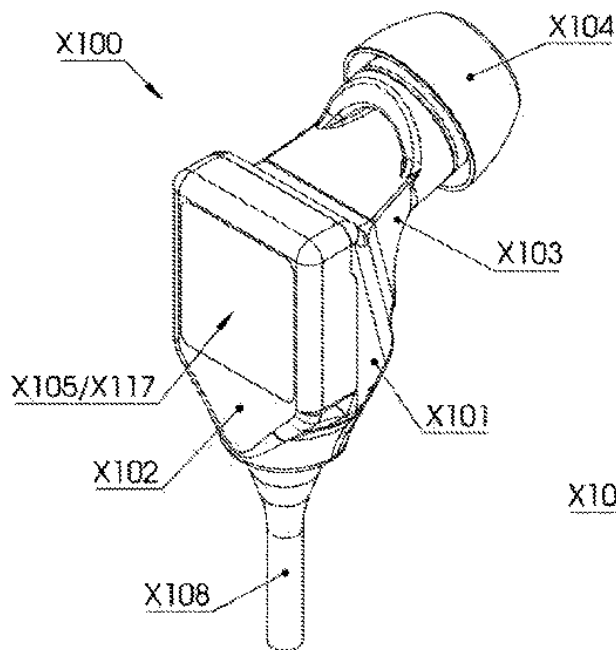


FIG. X1a

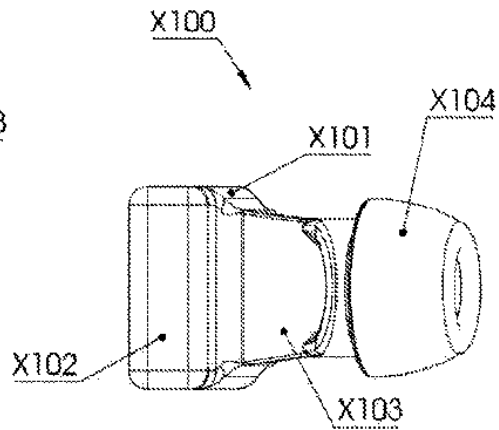


FIG. X1b

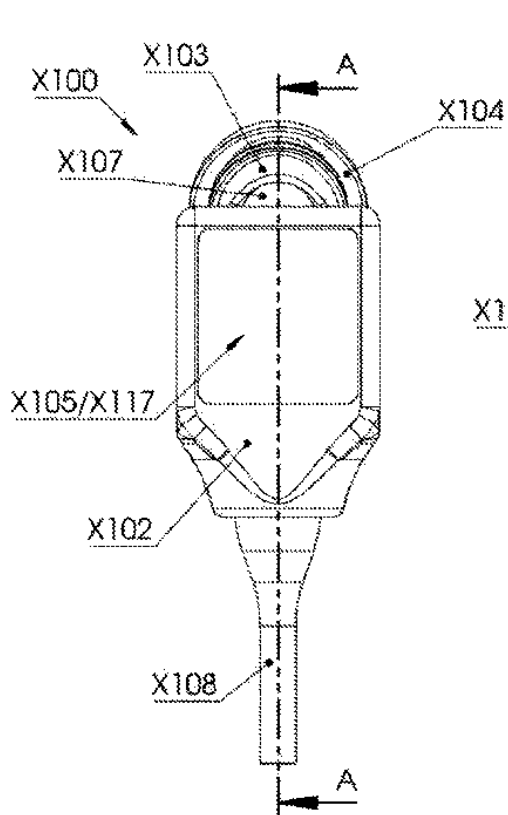


FIG. X1c

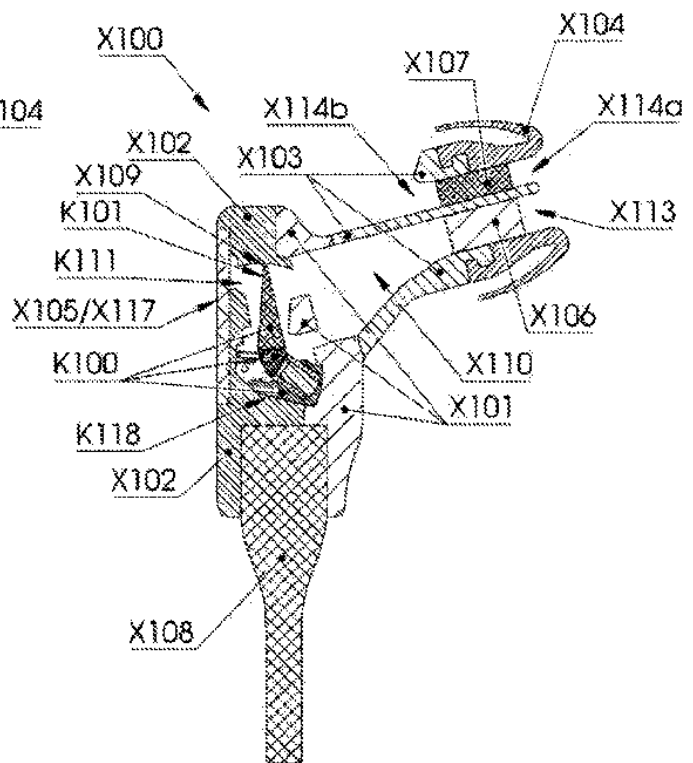
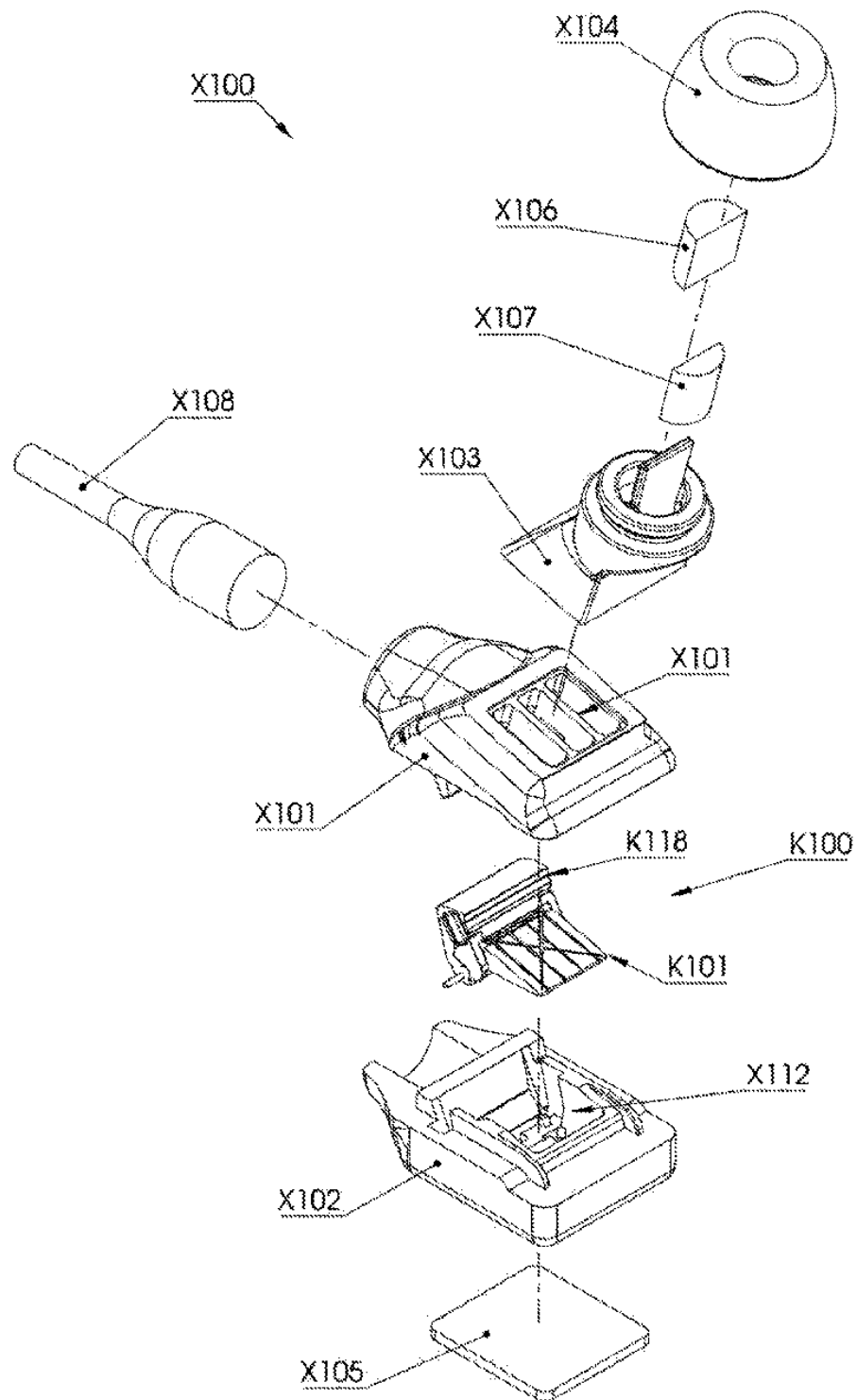


FIG. X1d

**FIG. X1e**

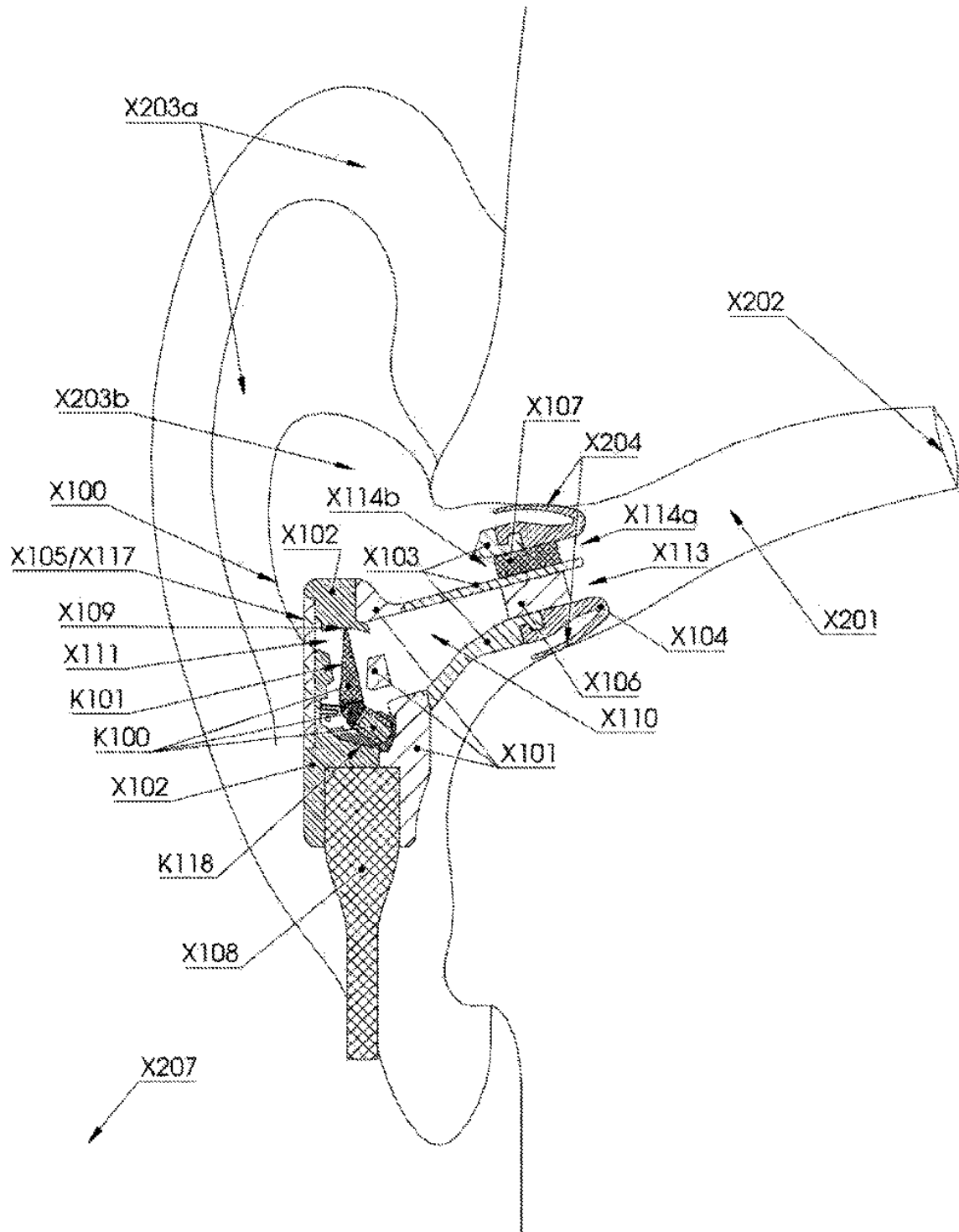
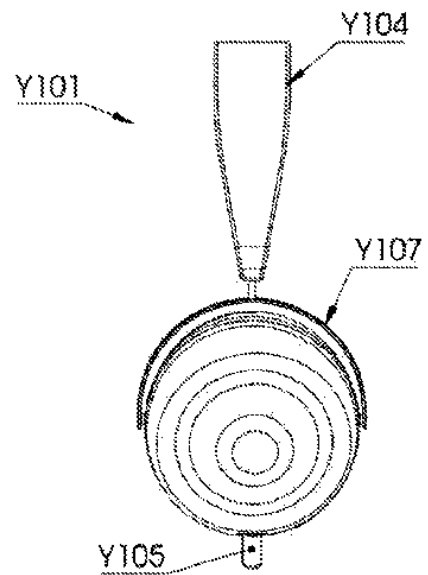
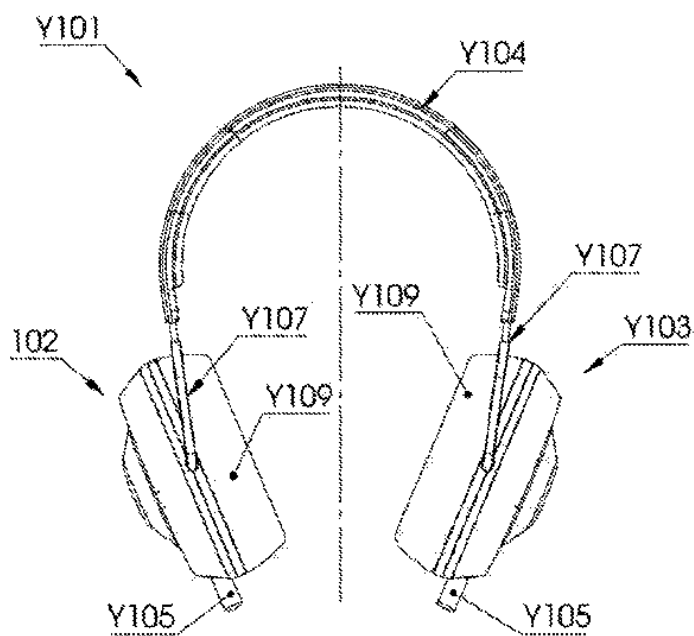
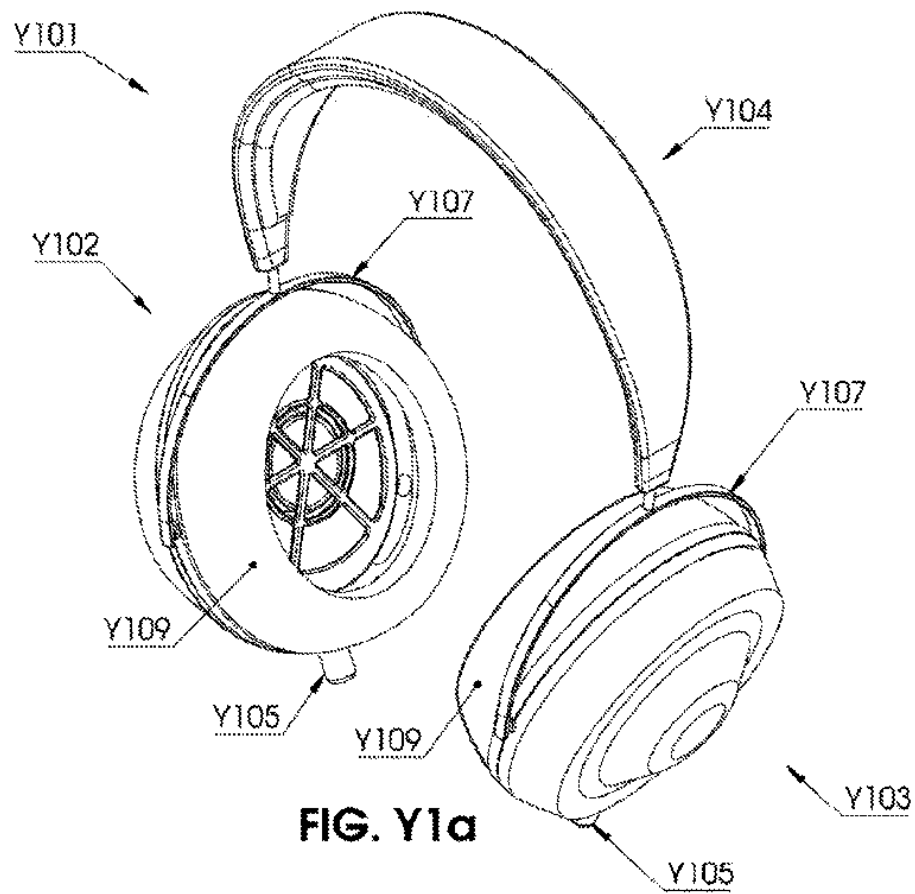


FIG. X2



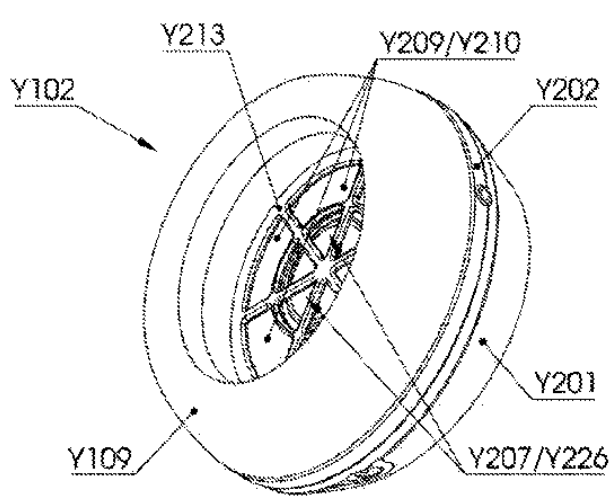


FIG. Y2a

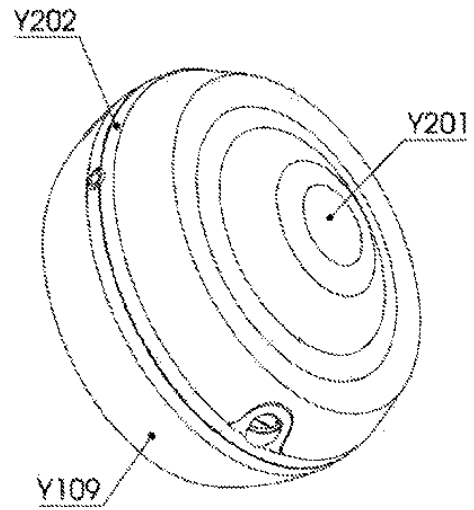


FIG. Y2b

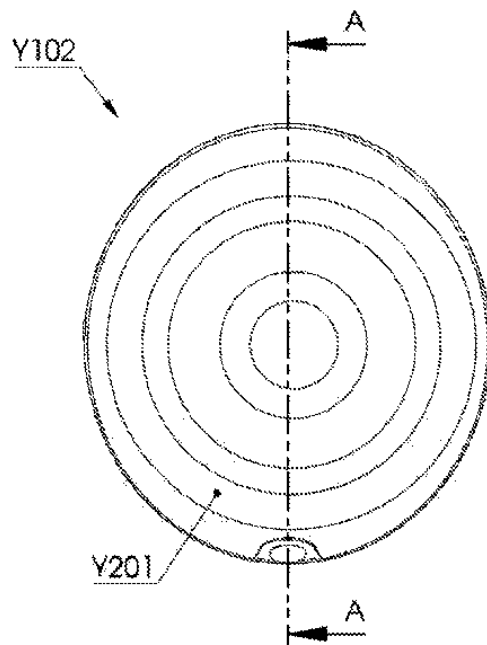


FIG. Y2c

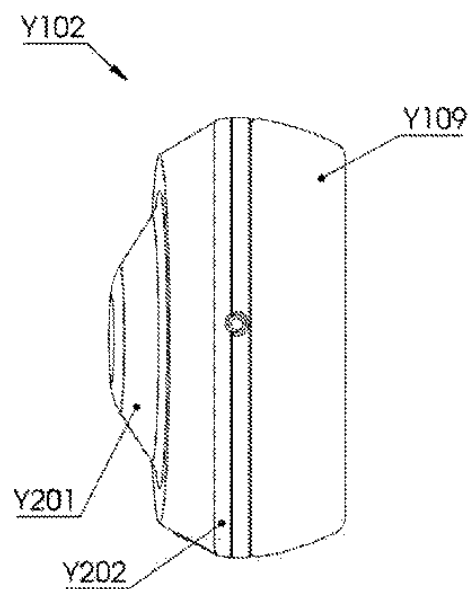
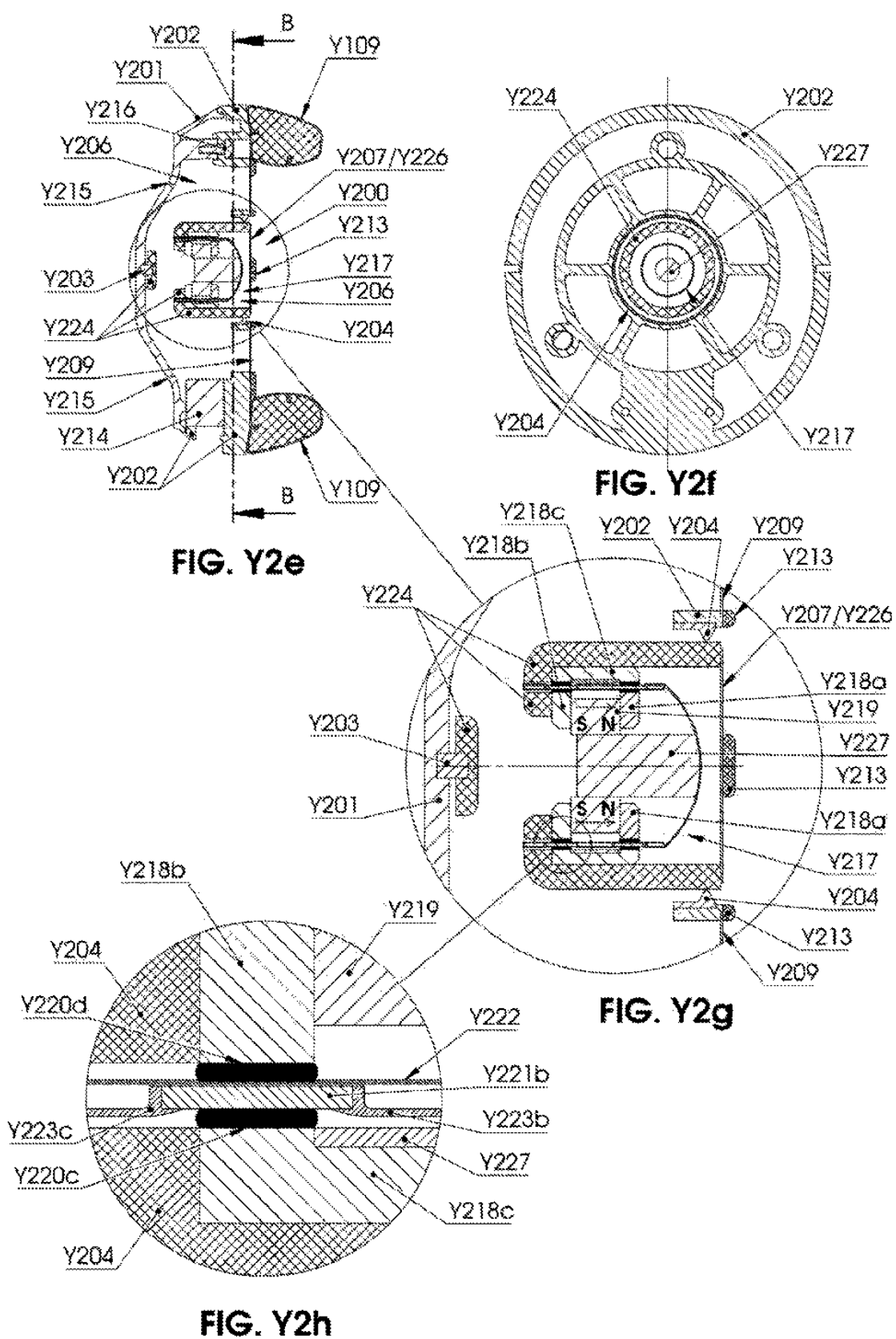


FIG. Y2d



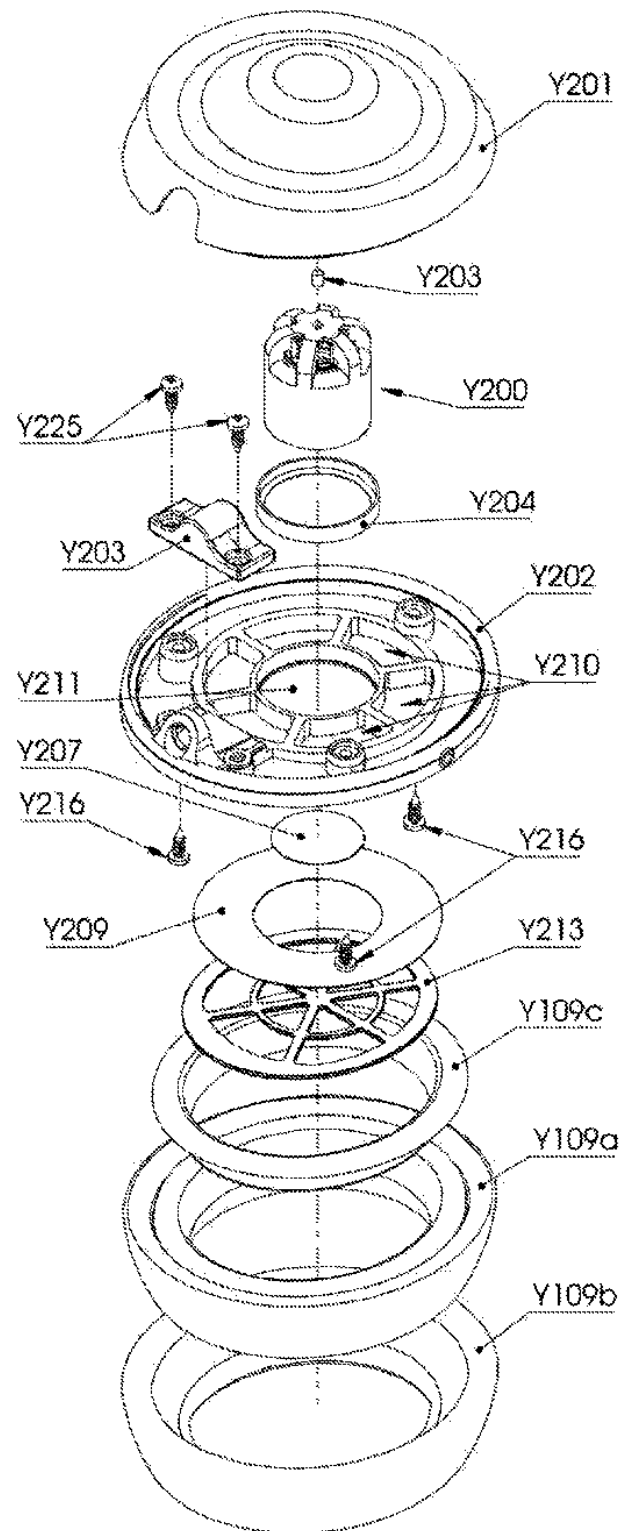
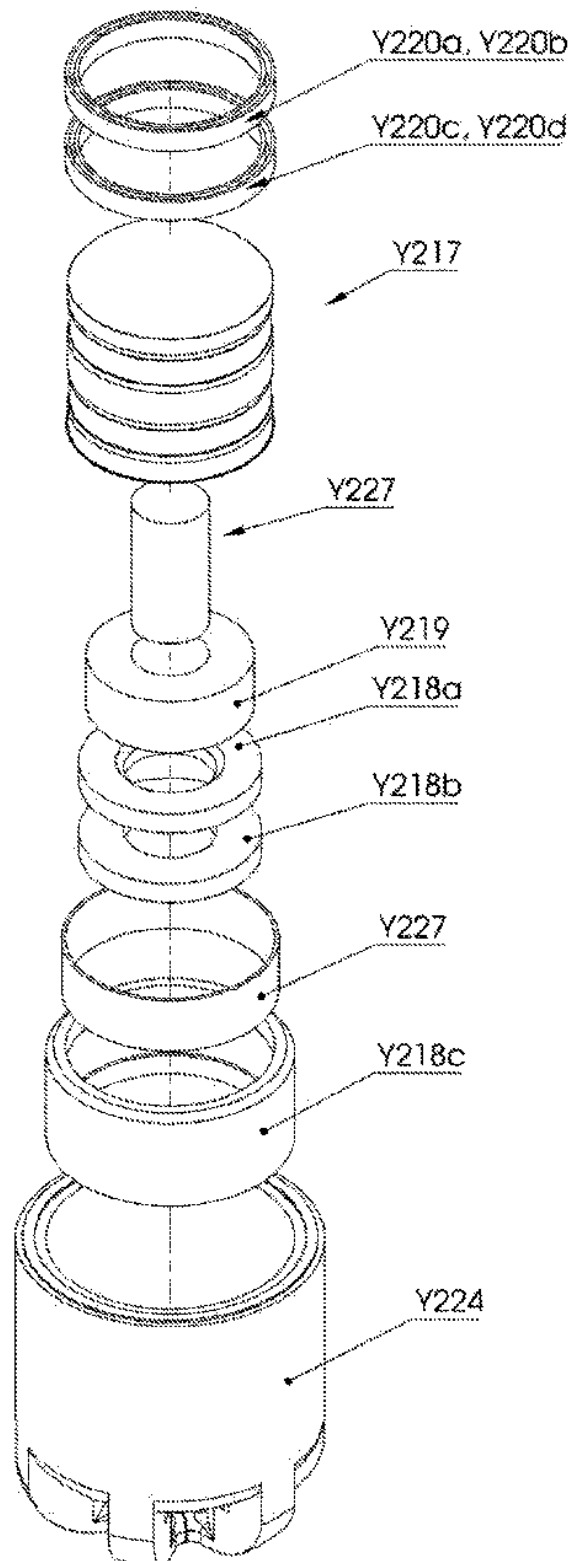


FIG. Y2i

**FIG. Y3a**

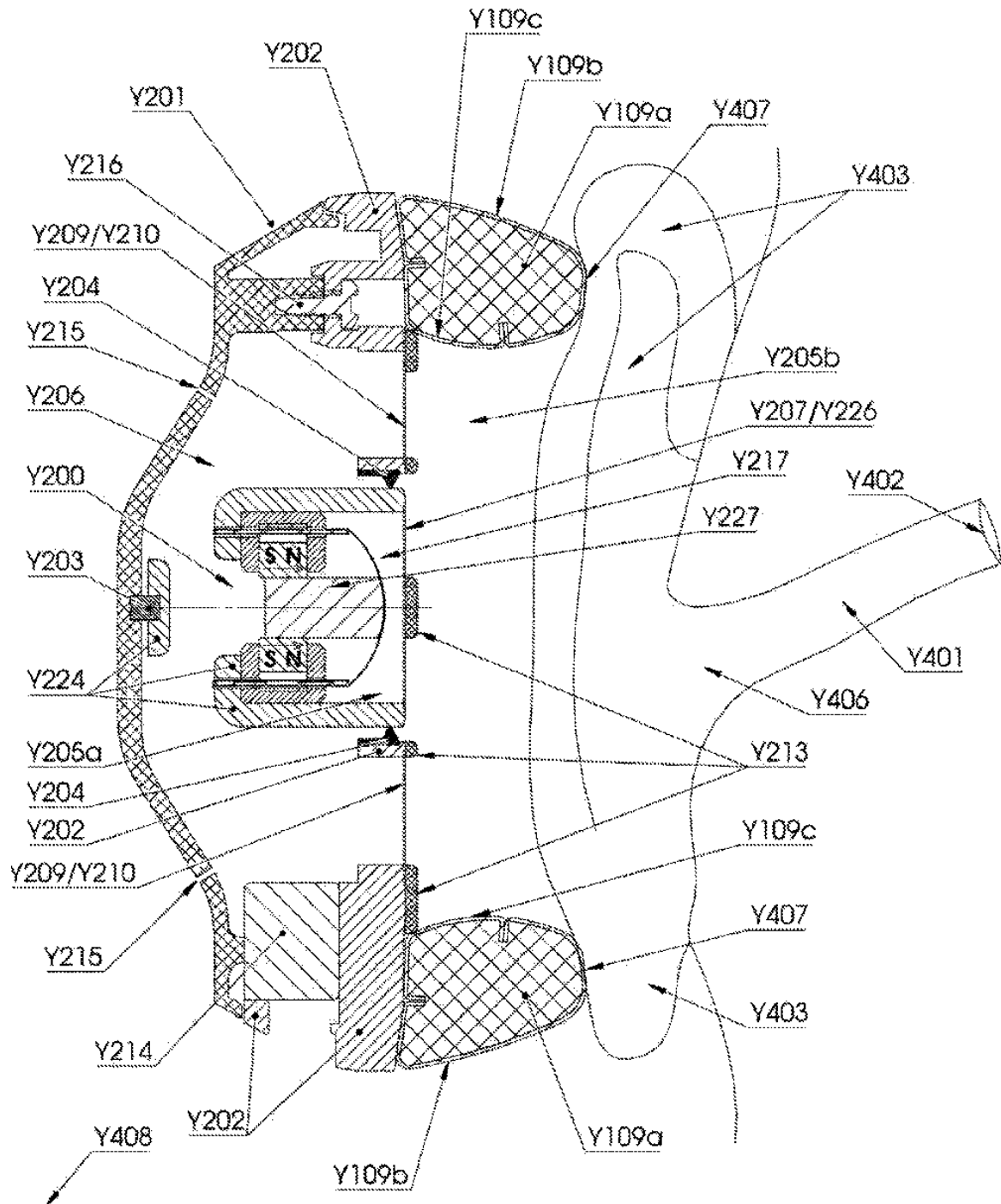
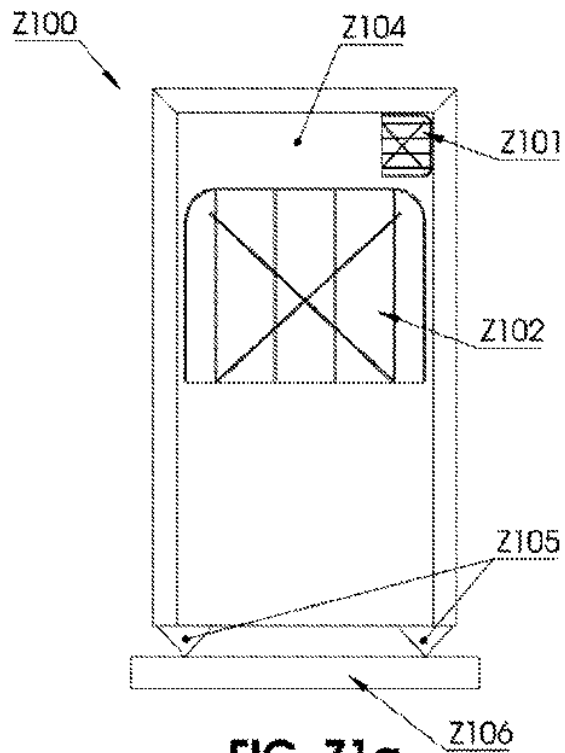
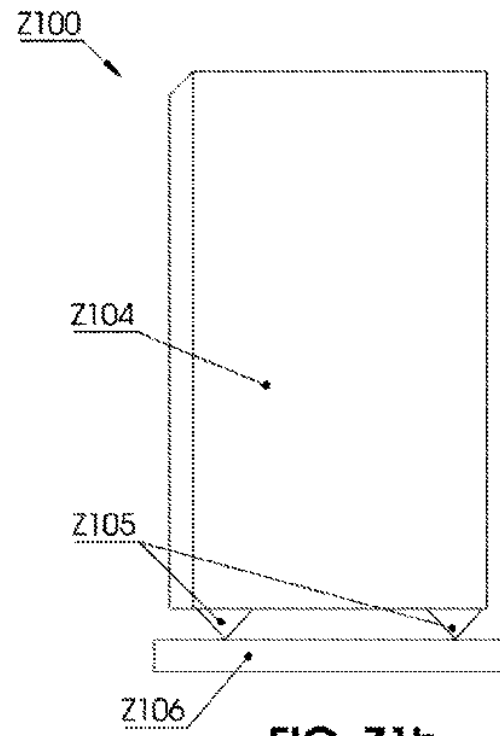
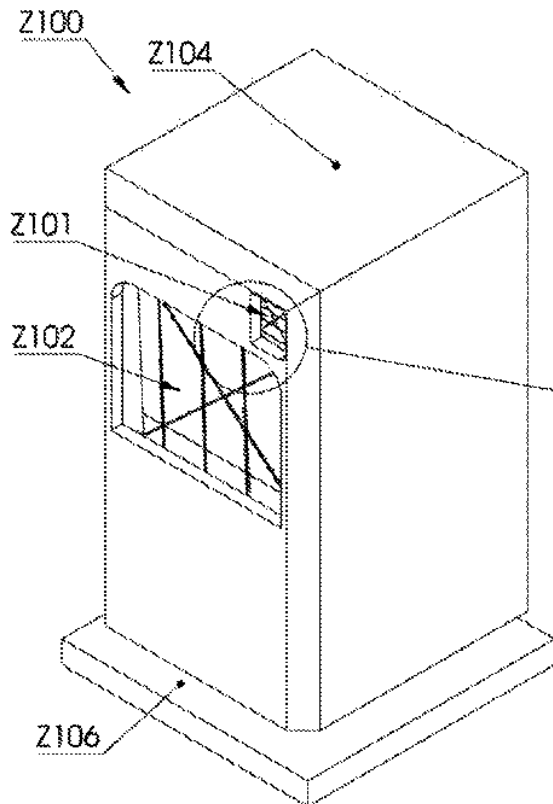
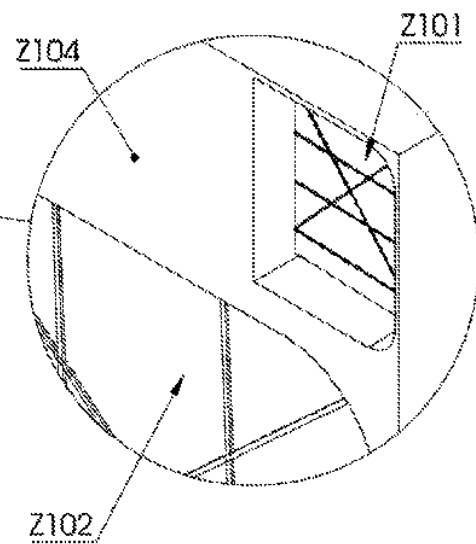


FIG. Y4a

**FIG. Z1a****FIG. Z1b****FIG. Z1c****FIG. Z1d**