



República Federativa do Brasil  
Ministério da Economia  
Instituto Nacional da Propriedade Industrial

**(11) PI 0815068-0 B1**



**(22) Data do Depósito: 01/08/2008**

**(45) Data de Concessão: 12/05/2020**

**(54) Título:** BOMBA A VÁCUO E USO DE UMA BOMBA A VÁCUO

**(51) Int.Cl.:** F04B 45/08; A61F 2/80; A61F 2/78.

**(30) Prioridade Unionista:** 01/08/2007 US 60/953,400.

**(73) Titular(es):** OTTO BOCK HEALTHCARE GMBH.

**(72) Inventor(es):** ROBERT FINLINSON; DOUGLAS E. RUSH; LÜDER MOSLER.

**(86) Pedido PCT:** PCT EP2008006349 de 01/08/2008

**(87) Publicação PCT:** WO 2009/015896 de 05/02/2009

**(85) Data do Início da Fase Nacional:** 01/02/2010

**(57) Resumo:** BOMBA A VÁCUO E USO DE UMA BOMBA A VÁCUO A presente invenção refere-se a uma bomba a vácuo incluindo um membro elastomérico compressível com um reservatório interno que encerra um volume de fluido, uma porta de saída proporcionando comunicação de fluido entre o reservatório interno e um reservatório de fluido, e uma porta de entrada proporcionando comunicação de fluido entre o reservatório interno e a fonte de fluido. A bomba adicionalmente inclui os primeiro e segundo elementos de pressão acoplados ao membro elastomérico em lados opostos entre si. Pelo menos um dos primeiro e segundo elementos de pressão é adaptado para aplicar uma força longitudinal ao longo, e uma força rotacional sobre um eixo que se estende através do membro elastomérico compressível. Com a aplicação da força de compressão longitudinal ao membro elastomérico compressível, o fluido flui a partir do reservatório interno para o reservatório de fluido e com a aplicação de uma força de expansão longitudinal, o fluido flui a partir da fonte de fluido para o reservatório interno. Com a aplicação de uma força rotacional, o membro elastomérico exerce uma contraforça rotacional.

Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**BOMBA A VÁCUO E USO DE UMA BOMBA A VÁCUO**".

Campo Técnico

[0001] A presente invenção refere-se a uma bomba a vácuo compreendendo um reservatório interno incluindo um volume de fluido definido por uma parede, uma válvula de captação que se comunica com uma entrada, uma válvula de saída que se comunica com uma saída, em que o volume do reservatório pode ser reduzido por uma força de compressão longitudinal externa atuando contra um material elasticamente deformável, deste modo fazendo com que o fluido flua a partir do reservatório interno a um reservatório de fluido, e é aumentado de novo após liberação a partir da referida força externa por meio de uma força de expansão do material elasticamente deformável, deste modo fazendo com que o fluido flua a partir de uma fonte de fluido selada para o reservatório interno e ocasionando a redução de pressão de fluido na referida fonte de fluido, em que um membro elástico compressível completamente inclui o referido reservatório interno e é proporcionado com a referida entrada e a referida saída, e em que os primeiro e segundo elementos de pressão são acoplados ao membro elastomérico em lados opostos entre si, pelo menos um dos referidos elementos de pressão é adaptado para aplicar a referida força de compressão longitudinal ao membro elastomérico ao longo de um eixo que se estende através do membro elastomérico compressível.

[0002] A presente invenção também se refere ao uso de uma bomba a vácuo do tipo referido.

Antecedentes da Invenção

[0003] Um desafio existente com relação ao desenvolvimento de próteses de membros é a fixação do membro protético ao membro residual de um usuário. Para pernas protéticas, é com frequência difícil de fixar com firmeza a perna protética ao membro residual sem exer-

cer pressão demasiada ou desigual no membro residual. Por um lado, a falta de uma fixação segura pode afetar adversamente a capacidade do usuário em andar. Por outro lado, uma adaptação imprópria pode ocasionar feridas, intumescimento e dor para o usuário.

[0004] Uma abordagem para superar este desafio é a aplicação de um vácuo de pressão negativa em um espaço entre o membro (ou um revestimento revestido no membro) e uma meia ou receptáculo acoplado ao membro protético (ver figura 1 em geral). Dois modos convencionais de se aplicar o referido vácuo são através de uma bomba mecânica ou uma bomba eletrônica.

[0005] Bombas mecânicas são com frequência sistemas em linha que utilizam o movimento do usuário para gerar a pressão de vácuo negativo na meia. Por exemplo, a força gerada pelo contato com o chão durante o movimento de deambulação do usuário pode ser usado para gerar um vácuo no espaço da meia para segurar a prótese ao membro do usuário. Entretanto, ao se utilizar o movimento do usuário, as referidas bombas não devem inibir, e devem de modo ideal ajudar em um movimento, o mais natural e indolor possível ao usuário.

[0006] A bomba a vácuo do tipo acima mencionado é conhecida a partir da EP 1 771 659 B1. Em uma modalidade um membro elástico compressível inclui um volume de ar fechado que é disposto entre duas placas que podem ser movidas em uma direção atual uma contra a outra deste modo reduzindo o volume do membro elástico compressível e pressão de fluido, que pode ser ar, do membro elástico compressível através de uma saída onde uma válvula de saída é instalada. Se a força de compressão entre as duas placas é terminada, o membro elástico retorna ao seu formato original com uma força de expansão elástica intrínseca, deste modo sugando ar para dentro a partir de um volume externo o qual pode ser um volume fechado selado, por exemplo, de um instrumento protético. A bomba a vácuo pode ser montada

em uma prótese de pé de modo que uma pressão de vácuo seja implementada durante cada ciclo de caminhada.

[0007] WO 2005/105000 A1 descreve uma bomba a vácuo para uso com um membro artificial o qual é dotado de uma estrutura complicada comparada com a bomba a vácuo de EP 1 771 659 B1. A estrutura da bomba a vácuo também proporciona uma limitação dos movimentos rotacionais pelos membros flexíveis que são elasticamente deformados por um torque exercido na bomba a vácuo. Com relação aos referidos membros flexíveis, os mesmos são inseridos na estrutura de bomba e podem ser substituídos por membros flexíveis de um diferente durômetro se uma diferente resistência de torque for desejada.

#### Sumário

[0008] Um objetivo da presente invenção é proporcionar uma bomba a vácuo dotada de uma estrutura simples e função confiável.

[0009] De acordo com a presente invenção este problema é solucionado com a bomba a vácuo do tipo acima mencionado que é caracterizada pelo fato de que pelo menos um dos referidos elementos de pressão é adaptado para aplicar uma força rotacional sobre o eixo que se estende através do membro elastomérico compressível e que o membro elastomérico é adaptado para exercer uma contraforça rotacional.

[00010] Uma modalidade da presente invenção proporciona uma bomba a vácuo incluindo um membro elastomérico compressível. O membro elastomérico compressível inclui um reservatório interno que encerra um volume de fluido, uma porta de saída proporcionando comunicação de fluido entre o reservatório interno e um reservatório de fluido, e uma porta de entrada proporcionando comunicação de fluido entre o reservatório interno e a fonte de fluido. A bomba adicionalmente inclui os primeiro e segundo elementos de pressão acoplados ao membro elastomérico em lados opostos entre si.

[00011] Pelo menos um dos primeiro e segundo elementos de pressão é adaptado para aplicar uma força longitudinal ao longo, e uma força rotacional sobre um eixo que se estende através do membro elastomérico compressível. Com a aplicação da força de compressão longitudinal ao membro elastomérico compressível, fluido flui a partir do reservatório interno para o reservatório de fluido e com a aplicação de uma força de expansão longitudinal, fluido flui a partir da fonte de fluido para o reservatório interno. Com a aplicação de uma força rotacional, o membro elastomérico exerce uma contraforça rotacional. A entrada pode ser fixada a um espaço inscrito de modo que com a aplicação da força de expansão, uma pressão de vácuo negativo é aplicada ao espaço inscrito.

[00012] Outra modalidade da presente invenção proporciona um dispositivo protético para fixação a um membro residual. O dispositivo protético inclui uma bomba a vácuo dotada de um membro elastomérico compressível incluindo um reservatório interno que encerra um volume de fluido, uma porta de saída proporcionando comunicação de fluido entre o reservatório interno e um reservatório de fluido e uma porta de entrada proporcionando comunicação de fluido entre o reservatório interno e a fonte de fluido. O dispositivo protético também inclui um primeiro membro de suporte dotado de uma extremidade proximal configurada para fixação ao membro residual e uma extremidade distal acoplada ao primeiro lado do alojamento elastomérico, e um segundo membro de suporte dotado de uma extremidade proximal acoplada ao segundo lado oposto do membro elastomérico.

[00013] Um ou ambos os primeiro e segundo membros de suporte são adaptados para aplicar uma força longitudinal ao longo, e uma força rotacional sobre um eixo que se estende através do membro elastomérico compressível. Com a aplicação da força de compressão longitudinal ao membro elastomérico compressível, o fluido flui a partir do

reservatório interno para o reservatório de fluido e com a aplicação de uma força de expansão longitudinal, fluido flui a partir da fonte de fluido para o reservatório interno. Adicionalmente, com a aplicação de uma força rotacional o membro elastomérico exerce uma contraforça rotacional. A fonte de fluido pode ser um espaço inscrito formado entre o membro residual de um usuário e um receptáculo fixado ao suporte superior, de modo que a pressão de vácuo negativo é formada no espaço inscrito para manter a fixação da prótese.

[00014] Uma modalidade adicional da presente invenção proporciona uma prótese de perna para fixação a uma porção residual de uma perna. A prótese de perna inclui um receptáculo para receber o membro, uma porção de pé e a bomba a vácuo. A bomba a vácuo inclui um alojamento dotado de um compartimento interior e um membro de eixo dotado de uma porção disposta no compartimento interior do alojamento. O alojamento e o membro de eixo são acoplados para proporcionar movimento alternado ao longo de um eixo longitudinal que se estende através do alojamento e membro de eixo.

[00015] A bomba a vácuo adicionalmente inclui um membro elastomérico compressível dotado de um reservatório interno que encerra um volume de fluido, uma porta de saída proporcionando comunicação de fluido entre o reservatório interno e um reservatório de fluido e uma porta de entrada proporcionando comunicação de fluido entre o reservatório interno e a fonte de fluido. Com a aplicação de uma força de compressão, ao longo do eixo longitudinal, o eixo se move com relação ao alojamento para comprimir o membro elastomérico de modo que o fluido flua a partir do reservatório interno para o reservatório de fluido, e com a aplicação de uma força de expansão, o eixo se move com relação ao alojamento para expandir o membro elastomérico de modo que o fluido flui a partir da fonte de fluido para o reservatório interno.

[00016] Ainda outra modalidade da presente invenção proporciona uma prótese de pé incluindo uma placa superior configurada para fixação a uma prótese de perna inferior ou membro residual e uma placa inferior adaptada para entrar em contato com uma superfície de deambulação. A placa superior se estende entre uma porção de tornozelo e uma porção de dedos do pé e a placa inferior se estende entre uma porção de calcanhar e uma porção de dedos do pé. As placas inferior e superior são acopladas de modo que um espaço é definido entre a porção de tornozelo e a porção de calcanhar. Com a aplicação de uma força de compressão à porção de tornozelo ou porção de calcanhar, o espaço é reduzido.

[00017] A prótese de pé também inclui uma bomba a vácuo disposta no espaço entre as porções de tornozelo e calcanhar. A bomba a vácuo inclui um membro elastomérico com um reservatório interno adaptado para encerrar um volume de fluido, uma porta de saída em comunicação de fluido com o reservatório interno e um reservatório de fluido, e uma porta de entrada em comunicação de fluido com o reservatório interno e a fonte de fluido. Com a aplicação da força de compressão o membro elastomérico comprime de modo que o fluido flui a partir do reservatório para o reservatório de fluido, e em que com o término da força de compressão, a placa superior ou inferior ocasione a aplicação de uma força de expansão ao membro elastomérico de modo que o fluido flua a partir da fonte de fluido para dentro do reservatório.

[00018] Uma modalidade adicional proporciona uma bomba a vácuo incluindo uma torre superior alongada e uma torre inferior alongada adaptado para se mover axialmente e rotacionalmente com relação a referida torre superior, em que o eixo longitudinal da torre superior e o eixo longitudinal da torre inferior são mantidos em um alinhamento em geral colinear. A bomba a vácuo adicionalmente inclui um membro

elástico compressível flexível acoplado a e disposto entre as respectivas extremidades das torres superior e inferior para resistir ao movimento axial e rotacional da torre inferior. O membro elástico inclui um reservatório interno que encerra um volume de fluido, que pode ser formado por uma parede elástica substancialmente contínua que encerra o reservatório interno.

[00019] Uma porta de saída proporciona comunicação de fluido entre o reservatório interno e um reservatório de fluido e uma porta de entrada proporcionando comunicação de fluido entre o reservatório interno e a fonte de fluido. Com a aplicação de uma força de compressão ao longo do eixo longitudinal, a torre superior se move com relação à torre inferior para comprimir o membro elastomérico de modo que o fluido flui a partir do reservatório interno para o reservatório de fluido. Com a aplicação de uma força de expansão, a torre superior se move com relação à torre inferior para expandir o membro elastomérico de modo que o fluido flui a partir da fonte de fluido para o reservatório interno.

[00020] O membro elastomérico compressível é preferivelmente formado como um elemento integral. O elemento integral é adaptado para realizar todas as funções desejadas, ou seja, função de bomba, absorção de choque e resistência rotacional.

[00021] O membro elastomérico compressível preferivelmente é dotado de um formato toroidal incluindo uma luz interna. O referido formato é mesmo preferível se o membro elastomérico não for dotado de meios, tais como saliências ou protuberâncias, para transmitir um torque a partir de um elemento de pressão ao membro elastomérico.

[00022] Uma modalidade adicional da presente invenção usa um membro de mola o qual proporciona pelo menos uma parte da força de expansão após o término da força de compressão. A força de expansão do membro elastomérico é deste modo suportada pela força de

expansão proporcionada pelo membro de mola. A referida modalidade apresenta algumas vantagens mesmo se o membro elastomérico não for usado para amortecer um torque transmitido ao membro elastomérico.

[00023] Embora múltiplas modalidades sejam descritas, ainda outras modalidades da presente invenção se tornarão mais aparentes daqueles versados na técnica a partir da descrição detalhada a seguir, a qual mostra e descreve modalidades ilustrativas da presente invenção. Assim, os desenhos e a descrição detalhada devem ser vistas como de natureza ilustrativa e não-restritiva.

#### Breve Descrição dos Desenhos

[00024] A FIGURA 1 mostra um membro artificial engatado com um membro residual e incluindo uma meia, uma bomba a vácuo, torre e um pé protético;

[00025] A FIGURA 2 mostra a bomba a vácuo de acordo com uma primeira modalidade da presente invenção;

[00026] A FIGURA 3 mostra uma seção transversal da bomba a vácuo da FIGURA 1 fixada ao pé protético;

[00027] A FIGURA 4 mostra outra seção transversal da bomba a vácuo da FIGURA 1;

[00028] A FIGURA 5 mostra uma porção de suporte inferior da bomba a vácuo da FIGURA 1;

[00029] A FIGURA 6 mostra uma porção flexível da bomba a vácuo da FIGURA 1;

[00030] A FIGURA 7 mostra uma seção transversal da porção flexível mostrada na FIGURA 6;

[00031] A FIGURA 8 mostra uma seção transversal parcial de uma bomba a vácuo de acordo com uma segunda modalidade da presente invenção;

[00032] A FIGURA 9 mostra uma seção transversal parcial de uma

bomba a vácuo de acordo com uma terceira modalidade da presente invenção;

[00033] A FIGURA 10 mostra uma seção transversal parcial de uma bomba a vácuo de acordo com uma quarta modalidade da presente invenção;

[00034] A FIGURA 11 mostra uma seção transversal de uma bomba a vácuo de acordo com uma quinta modalidade da presente invenção;

[00035] A FIGURA 12 mostra uma seção transversal de uma bomba a vácuo de acordo com uma sexta modalidade da presente invenção;

[00036] A FIGURA 13 mostra uma seção transversal de uma porção flexível da bomba a vácuo da FIGURA 12;

[00037] A FIGURA 14 mostra a bomba a vácuo de acordo com uma sétima modalidade da presente invenção;

[00038] A FIGURA 15 mostra a bomba a vácuo de acordo com uma oitava modalidade da presente invenção;

[00039] A FIGURA 16 mostra uma seção transversal da bomba a vácuo da FIGURA 15;

[00040] A FIGURA 17 mostra a bomba a vácuo de acordo com uma nona modalidade da presente invenção;

[00041] A FIGURA 18 mostra uma seção transversal da bomba a vácuo da FIGURA 17;

[00042] A FIGURA 19 mostra a bomba a vácuo das FIGURAS 17 e 18 incorporada em um pé protético;

[00043] A FIGURA 20 mostra a bomba a vácuo de acordo com uma décima modalidade da presente invenção incorporada em um pé protético;

[00044] A FIGURA 21 mostra uma seção transversal da bomba a vácuo e pé protético da FIGURA 19;

[00045] A FIGURA 22 mostra a bomba a vácuo incorporada em um pé protético de acordo com uma décima primeira modalidade da presente invenção;

[00046] A FIGURA 23 mostra a bomba a vácuo para incorporação em um pé protético de acordo com a FIGURA 22.

#### Descrição Detalhada

[00047] Diversas modificações e adições podem ser produzidas às modalidades exemplificativas abaixo discutidas sem se desviar a partir do âmbito da presente invenção. Por exemplo, embora as modalidades descritas abaixo se refiram a características particulares, o âmbito da presente invenção também inclui modalidades dotadas de diferentes combinações de características e modalidades que não incluem todas as características acima.

[00048] Uma modalidade da presente invenção é uma bomba a vácuo que pode ser usada com um membro artificial, tal como uma perna artificial, um braço artificial ou um outro dispositivo protético. A FIGURA 1 mostra uma perna artificial 50 incluindo uma meia 52 acoplada a uma extremidade de uma torre 54 por meio de a bomba a vácuo 100 de acordo com a presente invenção. Um pé artificial 56 é acoplado à outra extremidade da torre 54. Membro residual, ou resíduo 60, de um usuário é embutido em um revestimento 62 e é recebido dentro da meia 52 que foi configurada em tamanho e formato para aceitar o resíduo 60. Uma conexão de fluido, tal como tubo 53, conecta a bomba a vácuo 100 a um espaço formado entre a meia 52 e o revestimento 62 e/ou resíduo 60 quando a perna artificial é fixada.

[00049] Como adicionalmente mostrado nas FIGURAS 1 - 7, a bomba a vácuo 100 inclui um eixo ou torre superior 120 com uma fixação de extremidade 130; um alojamento ou torre inferior 140 e uma estrutura elastomérica oca 160 que é formada como um toroide. A estrutura elastomérica oca 160, daqui adiante referida como o toroide

160, é disposta entre ou colocada entre a fixação de extremidade 130 e o alojamento 140, com o eixo 120 passando através de uma abertura central 170 do toroide 160. Como adicionalmente mostrado na FIGURA 6 - 7, o toroide 160 inclui duas superfícies de topo e de fundo em geral planas 161 e duas paredes laterais arqueadas para fora 163 definindo um reservatório interno 162.

[00050] Quando a bomba 100 é comprimida por uma força externa ao longo de um eixo longitudinal que se estende através da bomba, tal como durante a fase de caminhar do usuário, o toroide 160 é comprimido e um volume substancial do fluido no interior de seu reservatório interno 162 é forçado para fora através de uma saída 164 a um reservatório de fluido, que pode ser uma atmosfera de fluido externa. Quando a força externa na bomba 100 diminui ou é removida, o material elastomérico, e particularmente a parede lateral 163, do toroide 160 faz com que o toroide 160 retorne ou se expanda de volta à sua configuração inicial em virtude de sua memória elástica e/ou flexibilidade. Como um resultado, o toroide 160 suga fluido a partir da fonte de fluido para dentro da cavidade interna 162 através de uma entrada 166. Uma válvula de segurança de saída 165, tal como uma válvula de expulsão de uma via, e válvula de captação de uma via 167, podem ser conectadas à cavidade interna 162 na saída 164 e na entrada 166, respectivamente.

[00051] Quando a válvula de captação 167 é conectada a um recipiente, tal como o espaço adjacente a meia 52, fluido é evacuado a partir do recipiente / meia 52 pela bomba 100. Uma vez que o resíduo 60 e revestimento 62 são substancialmente selados à meia 52 sobre a periferia do resíduo 60, evacuação de fluido a partir da meia selada 52 resulta em pressão negativa ou um vácuo sendo formado na meia 52 sobre o resíduo 60. Como um resultado, a bomba 100, funciona como uma bomba a vácuo que segura a meia 52 ao revestimento 62 e/ou

resíduo 60. Deste modo, a bomba a vácuo 100 remove o fluido, neste caso ar (o que pode incluir umidade a partir do membro), a partir do espaço entre o revestimento protético 62 e a meia 52 após colocação do resíduo 60 e revestimento 62 dentro da meia 52. A meia 52 pode também ser disposto de modo que fluido seja removido a partir de entre o revestimento 62 e a pele do resíduo 60, o que adicionalmente facilitaria a remoção da perspiração.

[00052] Em um membro artificial, tal como o membro 50 mostrado na FIGURA 1, a força de compressão resulta a partir do peso do usuário sendo transmitido através do resíduo 62. Em uma posição de pé, o peso do usuário é distribuído entre o membro artificial 50 e o outro membro inferior do usuário. Entretanto, quando o usuário dá um passo enquanto caminha, a maior parte do peso é posta sobre o membro 50 na medida em que toca o solo no pé 56. A força continua até que os dedos do pé saiam do chão, quando o pé 56 é elevado a partir do chão. A força permanece removida através de uma fase de oscilação, na medida em que o membro 50 é oscilado para frente para um outro passo. A força de compressão é então reaplicada ao membro 50 e à bomba 100 com contato do pé 56 com o chão. Assim, na medida em que o usuário anda, a força de compressão é repetidamente aplicada e é removida a partir do toroide 160 em um modo alternado. O referido processo resulta em uma sucção em geral contínua de fluido a partir da meia 52 criando o vácuo vantajoso na meia 52, como descrito acima, que é particularmente útil durante a fase de oscilação para manter a fixação entre o membro 50 e a meia 52.

[00053] Além de ajudar na retenção da perna artificial 50 no resíduo 60, a remoção do fluido a partir de entre a meia 52 e do revestimento 62 aumenta a intimidade da adaptação da meia, aprimorando a capacidade do usuário de sentir as ondas de choque passando através da estrutura protética, ou perna artificial 50, e para dentro do resíduo 60.

Isto pode resultar em uma sensação de "percepção" e em aumentado consciência do local da perna artificial 50 no usuário. Embora o fluido descrito com relação à FIGURA 1 seja ar, fluido pode significar qualquer tipo de gás apropriado, incluindo oxigênio, nitrogênio ou ar, com ou sem a adição de umidade.

[00054] O toroide elastomérico 160 é preferivelmente formado a partir de um material elastomérico, incluindo mas não-limitado a uretano de termorrígido, uretano termoplástico ou outros elastômeros adequados. Em um modalidade, o toroide 160 é moldado a partir de um uretano de termorrígido em duas metades que são ligadas juntas para formar uma vedação hermética a ar 171 em torno da circunferência da parede externa 163 e uma vedação similar (não-mostrada) ao longo da circunferência da parede interna 163. Além das vedações formadas durante a produção, o toroide 160, a parede interna e externa 163 forma uma parede elastomérica substancialmente contínua que encerra o reservatório interno 162.

[00055] Em uma modalidade o toroide 160 é dotado de um diâmetro externo de cerca de 5,08 cm a 6,35 cm (2,00 a 2,50 polegadas) e um diâmetro interno de cerca de 2,54 cm a 3,81 cm (1,00 a cerca de 1,50 polegadas), mais particularmente, de cerca de 2,87 cm (1,13 polegadas). A espessura da parede é de cerca de 0,25 cm a cerca de 0,51 cm (0,10 a cerca de 0,20 polegadas), mais particularmente, cerca de 0,33 cm (0,13 polegadas) de espessura. As espessuras das paredes do toroide 160 determinam a sua propriedade de compressão e expansão, assim como sua flexibilidade rotacional sobre o acesso longitudinal que se estende através da bomba 100, que é discutida em maiores detalhes abaixo. A flexibilidade rotacional é dependente principalmente da espessura da parede externa, e a flexibilidade de compressão / expansão é dependente principalmente da espessura total da parede.

[00056] Na modalidade mostrada nas FIGURAS 1 - 7, e mais particularmente na FIGURA 4, o eixo 120 é recebido dentro do alojamento 140 em um compartimento 142. O eixo 120 e o compartimento 142 são preferivelmente dimensionados e formados em um modo complementar, de modo que o eixo 120 suavemente desliza axialmente dentro do compartimento 142 na medida em que a força compressiva é aplicada e removida. Mancais 144, 145 são proporcionados para facilitar o movimento suave do eixo 120, com os mancais 144 proporcionados dentro do compartimento 142 e os mancais 145 embutidos dentro da parede interna 141 do alojamento 140 adjacente ao compartimento 142. Um dispositivo de fixação 124 se fixa ao eixo 120 em uma extremidade 122 oposta à fixação de extremidade 130.

[00057] O referido dispositivo de fixação 124, tal como um parafuso com uma porção de cabeça ampla mostrada na FIGURA 4, engata uma porção interior 146 do alojamento 140 para restringir o movimento do eixo 120 e manter o mesmo no compartimento interior 142.

[00058] Na outra extremidade do eixo 120, a fixação de extremidade 130 se move com o eixo 120 na medida em que o mesmo se move dentro do compartimento 142. A fixação de extremidade 130 inclui uma estrutura de montagem 132 configurada para fixação a um outro componente protético usando um acoplador protético, incluindo mas não-limitado a um conector em forma de pirâmide (não-mostrado). A estrutura de montagem 132 inclui uma pluralidade de parafusos 134 para fixar a bomba 100 ao outro componente protético, por exemplo, uma meia, a torre, um pé e/ou qualquer outro componente adequado.

[00059] O alojamento 140 é também configurado para conexão a outro componente protético. Como mostrado nas FIGURAS 2, 4 e 5, a extremidade do alojamento 148 oposta com relação ao toroide 160 é configurada para ser presa a outro componente protético, em especial um dotado de um tubo ou extremidade do tipo de torre. O alojamento

140 inclui uma reentrância cilíndrica 150 dimensionada e formada para receber a extremidade do tubo. Uma fenda 152 na parede do alojamento 149 funciona com uma presilha 154 para proporcionar fixação segura do alojamento 140 ao componente. Na FIGURA 3, o alojamento 140 é mostrado com a extremidade 148 formada para fixação direta ao pé protético 156. Deste modo, a necessidade para componentes de acoplamento adicionais é removida e o peso e a altura total do membro artificial podem ser reduzidos.

[00060] As fixações das extremidades protéticas da bomba 100 podem variar significativamente dependendo dos componentes aos quais a bomba 100 pretende ser fixada. Entretanto, a presilha de tubo atual no alojamento é de uma configuração de espaço eficaz que permite um ajuste de comprimento contínuo ao cortar o tubo de fixação no comprimento correto.

[00061] Na modalidade mostrada nas FIGURAS 1 - 7, a bomba 100 é não só projetada para bombear fluido e/ou gerar vácuo em virtude da aplicação e remoção da forças compressivas axiais, mas a mesma também proporciona absorção de choque ao membro artificial e/ou resistência rotacional entre o eixo 120 e o alojamento 140. Em particular, o toroide 160 atua como uma mola de compressão, uma mola de torção, e como um dispositivo gerador de vácuo. Com o toroide 160 disposto entre os componentes superiores do membro artificial e os componentes inferiores do membro, o material elastomérico ajuda a absorver choque em virtude de impactos ou outras forças contundentes. Como um resultado, as referidas forças são reduzidas e suavizadas para o usuário e o membro artificial.

[00062] O toroide 160 é proporcionado com uma pluralidade de protuberâncias, tais como nervuras de torção 168, 169 que se estendem a partir de ambas as superfícies do toroide. Um conjunto de protuberâncias 168 engata ou intertrava com as reentrâncias ou ranhuras (não-

mostradas) na fixação de extremidade 130, as quais são dimensionadas e formadas para receber as nervuras 168. De modo similar, o outro conjunto de nervuras de torção 169 engata com aberturas ou ranhuras 155 formadas na superfície de topo 143, ou extremidade de toroide, do alojamento 140. As referidas nervuras de torção 168, 169 evita que a fixação de extremidade 130 e o alojamento 140 girem independentemente. Entretanto, quando uma força de torção é aplicada ao membro artificial, os componentes conectados à bomba 100 na fixação de extremidade 130 podem se torcer com relação aos componentes conectadas à bomba 100 no alojamento 140. O material elastomérico flexível do toroide 160 permite o movimento de torção e também retorna os componentes ao seu alinhamento inicial com a retirada da força de torção. A referida capacidade também aumenta o conforto e a capacidade de uso do membro artificial para o usuário. A quantidade de rotação pode ser controlada pela geometria das nervuras 168, 169 e toroide 160, ou pelo material e/ou durômetro do toroide 160.

[00063] A bomba 100 de acordo com a presente invenção é dotada de vantagens significativas em relação às bombas de configuração anterior. Uma vantagem é o menor número de partes necessárias, o que significa que a bomba é mais simples e de custo eficaz de fabricar, e de funcionar. Outra vantagem é que o fluido passando através de a bomba está apenas em contato com o interior do toroide 160 e as válvulas de segurança 165, 167. O toroide 160 é construído de um elastômero o qual é dotado de excelente resistência à corrosão. Assim, a configuração pode bombear fluidos corrosivos sem significantes efeitos prejudiciais. No exemplo mostrado na FIGURA 1, não só o ar será sugado a partir da meia 52 para dentro da cavidade interna 162 do toroide 160, mas também umidade, tal como perspiração, que é corrosivo.

[00064] A bomba 200 mostrada na FIGURA 8 é similar em opera-

ção à bomba 100 mostrada nas FIGURAS 1 - 7, exceto em que a bomba 200 inclui um toroide 220 posicionado dentro de um compartimento interior 203 de um alojamento 202. Um eixo oco 210 é também recebido dentro do alojamento 202 e posicionado adjacente ao toroide 220. O eixo 210 alterna dentro do compartimento interior 203 junto com uma bucha 205 e uma coluna 215 que passa através de uma extremidade do eixo 210 e é posicionado através do centro do toroide 220. A coluna 215 é fixada ao alojamento 202 em uma primeira extremidade 216 e uma segunda extremidade 217 é posicionada dentro de um compartimento 212 no interior 211 do eixo 210. Uma mola 218 é posicionada sobre a coluna 215 para aplicar uma força de retorno sobre compressão do toroide 220. Uma válvula de uma via 222 se estende através do toroide 220. Com a aplicação de uma força de compressão, o eixo 210 se move em direção ao toroide 220, comprimindo o toroide 220 e a mola 218. O compartimento 212 se move com relação à segunda extremidade 217 da coluna 215. Na medida em que o toroide comprime, fluido é transferido através de uma saída 224 para dentro do compartimento interior 211. Com a redução ou a remoção da força de compressão, fluido é sugado para dentro do toroide 220 através de uma entrada 226 na medida em que a mola 218 retorna o eixo 210 para a sua posição inicial. Como determinado acima, se a entrada 226 é fluidamente conectada a frasco/meia selados, a bomba 200 pode ser usada para aplicar um vácuo dentro da meia protética, como discutido com relação às FIGURAS 1 - 7.

[00065] Na modalidade mostrada na FIGURA 9, a válvula de uma via 240 se estende através de um toroide 250. A válvula de uma via 240 inclui uma entrada 242 para receber fluido a partir de uma fonte externa, uma entrada 244 para receber fluido a partir do toroide 250 com compressão do toroide 250 e uma saída 246 através da qual o fluido transferido é expelido.

[00066] A modalidade mostrada na FIGURA 10 é similar às modalidades mostradas nas FIGURAS 8 e 9, exceto em que a mesma inclui uma estrutura elastomérica 280, que não é toroidal em formato, posicionada entre o interior do alojamento 260 e um eixo alternado 265. A estrutura elastomérica 280 inclui uma válvula de uma via 282, incluindo uma entrada 284 e uma saída 286, as quais se estendem aproximadamente através do centro da estrutura elastomérica 280 para transferir fluido para dentro e para fora da estrutura elastomérica 280 com compressão/expansão.

[00067] A FIGURA 11 mostra uma bomba 300 incluindo um eixo 320 posicionado dentro de um alojamento 340. O eixo 320 e o alojamento 340 incluem estruturas de montagem 322, 342, respectivamente, para conexão a outros componentes protéticos. Um toroide elastomérico 330 é posicionado sobre o eixo 320 e é disposto entre o eixo 320 e o alojamento 340 dentro de flanges 321, 341, respectivamente, no diâmetro externo de cada tubo. Um membro flexível 325 é acoplado ao eixo 320 e posicionado para entrar em contato com o alojamento 340. Com aplicação da força de compressão, o eixo 320 e alojamento 340 se movem um com relação ao outro, comprimindo o toroide 330 e o membro flexível 325. Com a liberação da força, o membro flexível 325 retorna o eixo 320 para a sua posição inicial, permitindo com que o toroide 330 se reexpanda. A referida modalidade permite uma redução da espessura da parede do toroide 300 pelo fato de que o membro flexível 325 é capaz de proporcionar a força de retorno principal.

[00068] As FIGURAS 12 e 13 mostram uma bomba 350, que é muito similar à bomba 100 mostrada nas FIGURAS 1 – 7. Entretanto, a bomba 350 inclui uma estrutura elastomérica 360 que não inclui uma parede interna. Em vez disso, a estrutura 360 é formada com uma parede externa em geral em forma de "C" 362 que veda contra uma superfície externa 355 do eixo 354 para formar a cavidade interna oca

364. A estrutura 360 permanece selada com o eixo da superfície externa 355 mesmo que o eixo 354 se mova com relação à estrutura 360 e ao alojamento 370.

[00069] A FIGURA 14 mostra uma bomba 380, que é também similar à bomba 100 mostrada nas FIGURAS 1 - 7. Entretanto, a bomba 380 inclui um toroide 390 dotado de uma parede interna 392 a qual, em virtude do diferencial de espessura, é internamente arqueada em direção ao eixo 382 e em afastamento a partir da parede externa 394. Como um resultado, a parede interna 392 necessita de uma espessura que seja menor do que a espessura da parede externa 394, de modo a alcançar a desejada flexibilidade rotacional, de compressão e de expansão do toroide 390.

[00070] As FIGURAS 15 e 16 mostram uma bomba 400, a qual não inclui um eixo alternando dentro de um alojamento. Em vez disto a bomba 400 inclui um alojamento 405 dotado de um componente de conexão de topo 410 e um componente de conexão de fundo 420. Como mostrado, o componente de conexão de topo 410 inclui um conector em forma de pirâmide 412, e o componente de conexão de fundo 420 inclui um acoplador 422 para receber um conector em forma de pirâmide. Um elemento de fundo 414 do componente de topo 410 é configurado para engatar o elemento de fundo 424 do componente de fundo 420 formando uma porção de mola em forma de olho 406 dentro da qual um membro oco flexível 430 é posicionado.

[00071] O membro flexível 430 realiza uma função similar à do toroide nas modalidades acima descritas. Válvulas de segurança de entrada e de saída de uma via 431, 432 são posicionadas em conexão de fluido com o espaço interno oco 434 do membro 430. Não só o componente de topo 410 mas também o componente de fundo 420 incluem membros de conexão 415, 425, respectivamente, os quais engatam o membro flexível 430 e transferem forças de compressão ao

mesmo. Quando a bomba 400 é submetida à força de compressão, o componente de topo 420 e o componente de fundo 420 se movem um com relação ao outro promovendo a compressão do membro flexível 430 e transferindo fluido a partir de espaço interior 434. Com a remoção da força de compressão, a porção de mola em forma de olho 406 ajuda na expansão do membro flexível 430, transferindo fluido para fora de um recipiente fluidamente conectado e para dentro do espaço interno 434.

[00072] As FIGURAS 17 e 18 mostram uma bomba 450 similar à bomba mostrada nas FIGURAS 15 e 16. Um membro flexível oco 480 é posicionado dentro de uma porção de mola 455 formada entre os componentes de conexão de topo e de fundo 460, 470. Membros de conexão de topo e de fundo 465, 475 engatam o membro flexível 480, e as válvulas de entrada e de saída 481, 482 estão em conexão de fluido com um espaço interior 484. Em vez de uma porção de mola em forma de olho, a porção de mola 455 é em geral formada em forma de "C" de um único componente. Da mesma forma que com a mola em forma de olho, a mola em forma de "C" 455 ajuda durante a expansão do membro flexível 480 após a remoção de uma força de compressão.

[00073] A FIGURA 19 mostra a bomba 450 posicionada dentro em a pé protético 490. O componente de fundo 470 na referida modalidade inclui uma estrutura para posicionamento e acoplamento diretamente ao pé protético 490. Como mostrado, a bomba 450 é proporcionada em a porção de calcanhar do pé 490, de modo que a força de compressão é aplicada à bomba 450 com a batida do calcanhar durante o ciclo de caminhada.

[00074] As FIGURAS 20 e 21, também mostram uma bomba 500 posicionada dentro da porção de calcanhar de um pé protético 510. A bomba 500 inclui um componente de cunha flexível 520 dotado de um reservatório interno oco 522 em conexão de fluido com as válvulas de

entrada e saída 524, 525. Da mesma forma que com as outras modalidades, a força de compressão, principalmente aplicada durante o toque do calcanhar, comprime a cunha flexível 520 forçando fluido a partir do espaço interno oco 522. Com a liberação da força, a cunha 520 se expande sugando fluido a partir de um recipiente fluidamente conectado. Na referida modalidade, as características da mola do pé protético 510 em si ajuda na expansão da cunha 520.

[00075] As FIGURAS 22 e 23, mostram uma bomba 550 mais uma vez posicionada na porção de calcanhar de um pé protético 560 dotada de uma cunha de calcanhar flexível 562. Na referida modalidade, a bomba 550 é formada a partir de um cilindro flexível 551 dotada de válvulas de entrada e saída 552, 553, respectivamente, posicionadas axialmente em extremidades opostas do cilindro 551. O cilindro flexível 551 é recebido dentro da cunha de calcanhar flexível 562, de modo que a força de compressão é aplicada ao cilindro 551 durante a caminhada, em especial no toque do calcanhar. Neste caso, a cunha de calcanhar flexível 562 não só transmite a força de compressão à bomba 550, mas também ajuda na expansão do cilindro flexível 551 para sugar fluido a partir de um recipiente fluidamente conectado.

[00076] A bomba a vácuo da presente invenção basicamente inclui um membro um membro oco flexível em conexão de fluido com as válvulas de entrada e saída. O referido membro flexível é posicionado dentro da estrutura dotada de pelo menos duas superfícies que se movem uma com relação à outra em um modo alternado. O membro flexível repetidamente comprime e se expande entre as duas superfícies em virtude da aplicação e remoção de uma força de compressão aplicada à bomba. Cada compressão força fluido para fora do espaço interno oco dentro do membro flexível e cada expansão suga fluido de volta para dentro do espaço interno através da válvula de captação. Quando a válvula de captação está fluidamente conectada a um reci-

piente, a ação compressiva da bomba sugará fluido para fora do recipiente. Se o recipiente for selado, um vácuo é formado. No caso de um membro artificial, a inclusão da bomba dentro dos componentes do membro irá proporcionar em geral a aplicação de vácuo contínuo ao resíduo posicionado dentro da meia durante o uso normal do membro, tal como durante a caminhada. Ademais, a bomba pode reduzir o impacto dos choques ao membro residual e proporcionar maior resistência gradual ao movimento torsional.

## REIVINDICAÇÕES

1. Bomba a vácuo compreendendo um reservatório interno (162) incluindo um volume de fluido definido por uma parede,

uma válvula de captação (167) que se comunica com uma entrada (166),

uma válvula de saída (165) que se comunica com uma saída (164),

em que o volume do reservatório (162) pode ser reduzido por uma força de compressão longitudinal externa atuando contra um material elasticamente deformável, deste modo fazendo com que o fluido flua a partir do reservatório interno (162) a um sumidouro de fluido, e é aumentado de novo após a liberação a partir da referida força externa por meio de uma força de expansão do material elasticamente deformável, deste modo fazendo com que o fluido flua a partir de uma fonte de fluido selada para o reservatório interno e promovendo a redução de pressão de fluido na referida fonte de fluido, em que um membro elástico compressível (160) completamente inclui o referido reservatório interno (162) e é proporcionado com a referida entrada (166) e a referida saída (164),

e em que os primeiro e segundo elementos de pressão (130, 140) são acoplados ao membro elastomérico (160) em lados opostos entre si, pelo menos um dos referidos elementos de pressão (130, 140) é adaptado para aplicar a referida força de compressão longitudinal ao membro elastomérico (160) ao longo de um eixo que se estende através do membro elastomérico compressível (160), **caracterizada pelo fato de que**

o membro elastomérico (160) é proporcionado com protuberâncias (168) e/ou aberturas ou saliências que cooperam com protuberâncias ou saliências em uma superfície de conexão dos elemen-

tos de pressão (130, 140) de modo a transmitir uma força de torção em torno do eixo que se estende através de um membro elástico compressível (16) a partir de pelo menos um elemento de pressão (130, 140) ao membro elastomérico (160) o qual exerce uma contraforça rotacional.

2. Bomba a vácuo de acordo com a reivindicação 1, **caracterizada pelo fato de que** o membro elastomérico compressível (160) inclui uma parede elastomérica contínua e é formado como um elemento integral.

3. Bomba a vácuo de acordo com a reivindicação 2, **caracterizada pelo fato de que** a parede elastomérica do membro elastomérico compressível (160) é adaptada para comprimir com a aplicação da força de compressão e para aplicar a força de expansão com o término da força de compressão.

4. Bomba a vácuo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizada pelo fato de que** o membro elastomérico compressível (160) é dotado de um formato toroidal incluindo uma luz interna.

5. Bomba a vácuo de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4 **caracterizada pelo fato de que** pelo menos um dos elementos de pressão (130, 140) inclui um compartimento interior (203) em que um membro de eixo (210) acoplado ao outro elemento de pressão (130, 140) é acoplado para proporcionar movimento alternado ao longo de um eixo longitudinal que se estende através do membro de eixo (210).

6. Bomba a vácuo de acordo com a reivindicação 5, **caracterizada pelo fato de que** o membro de eixo (210) se estende através do membro elastomérico (160).

7. Bomba a vácuo de acordo com qualquer uma das reivin-

dicações 1 a 6, **caracterizada pelo fato de que** um membro de mola (219; 414, 424; 455) proporciona pelo menos uma parte da força de expansão após o término da força de compressão.

8. Uso de uma bomba a vácuo como definida em qualquer uma das reivindicações 1 a 7, como parte de uma prótese ou ortese.

9. Uso, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizado pelo fato de que** pelo menos um dos elementos de pressão (130, 140) é uma parte funcional da prótese ou ortese.

10. Uso, de acordo com a reivindicação 8 ou 9, **caracterizado pelo fato de que** a fonte de fluido é um espaço selado inscrito definido por um membro residual (60) e um receptáculo (52) no qual o membro residual (60) é disposto.

11. Uso, de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 a 10, **caracterizado pelo fato de que** pelo menos um dos membros de pressão (130, 140) é fixado ao componente protético.

12. Uso, de acordo com qualquer uma das reivindicações 8 a 11, **caracterizado pelo fato de que** o membro elastomérico oco (160) é disposto entre uma placa superior e uma placa inferior o que promove a aplicação de uma força de expansão ao membro elastomérico (160) com o término da força de compressão.

13. Uso, de acordo com a reivindicação 12, **caracterizado pelo fato de que** a placa superior e a placa inferior são elementos funcionais da prótese de pé ou órtese.

14. Uso, de acordo com a reivindicação 12 ou 13, **caracterizado pelo fato de que** um membro de mola é disposto entre a placa superior e a placa inferior.

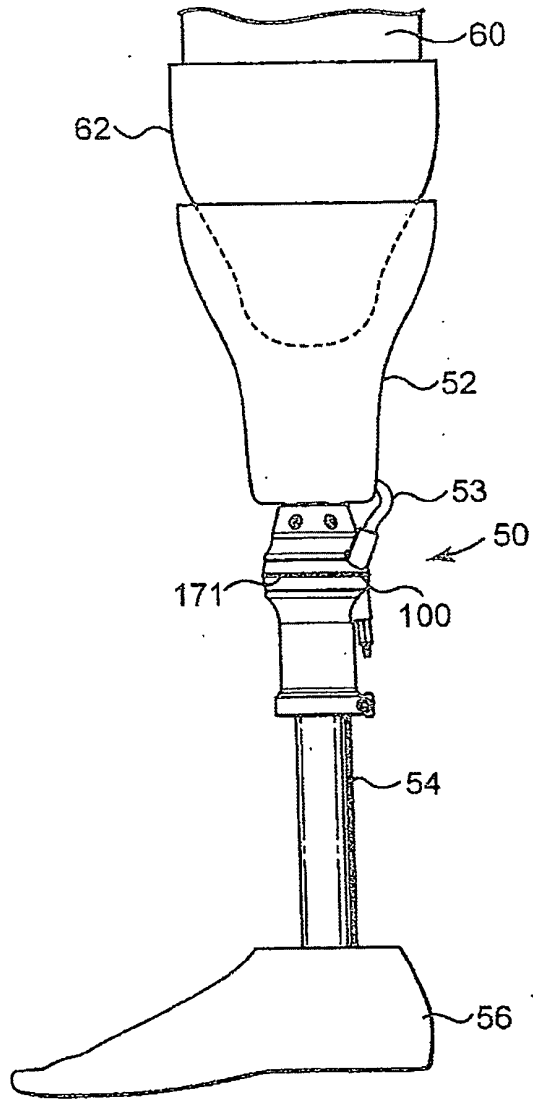


Fig. 1

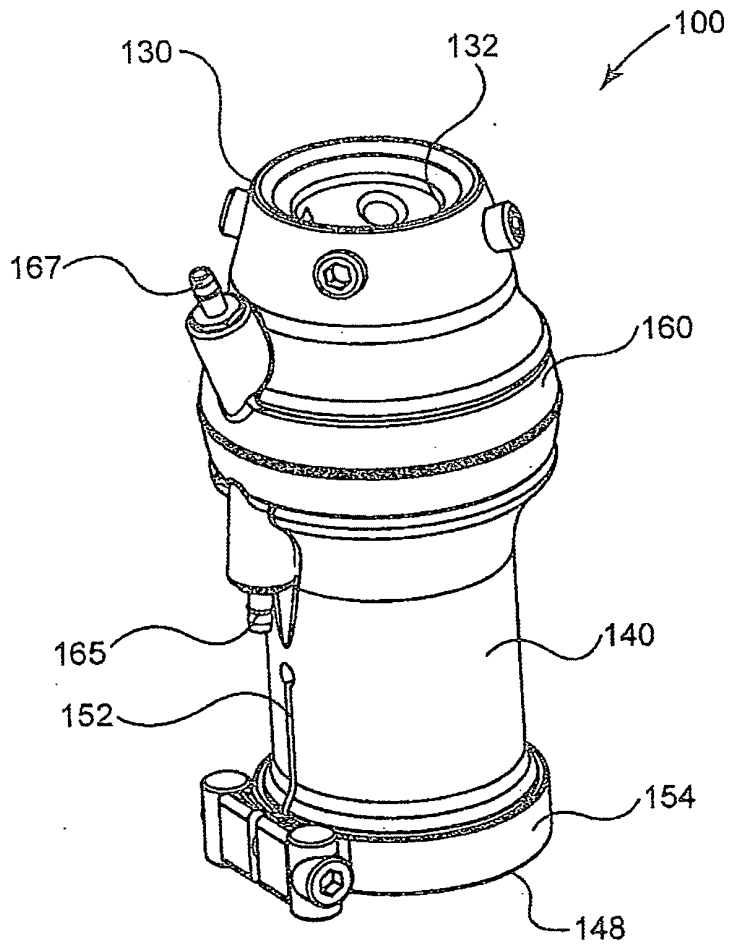


Fig. 2

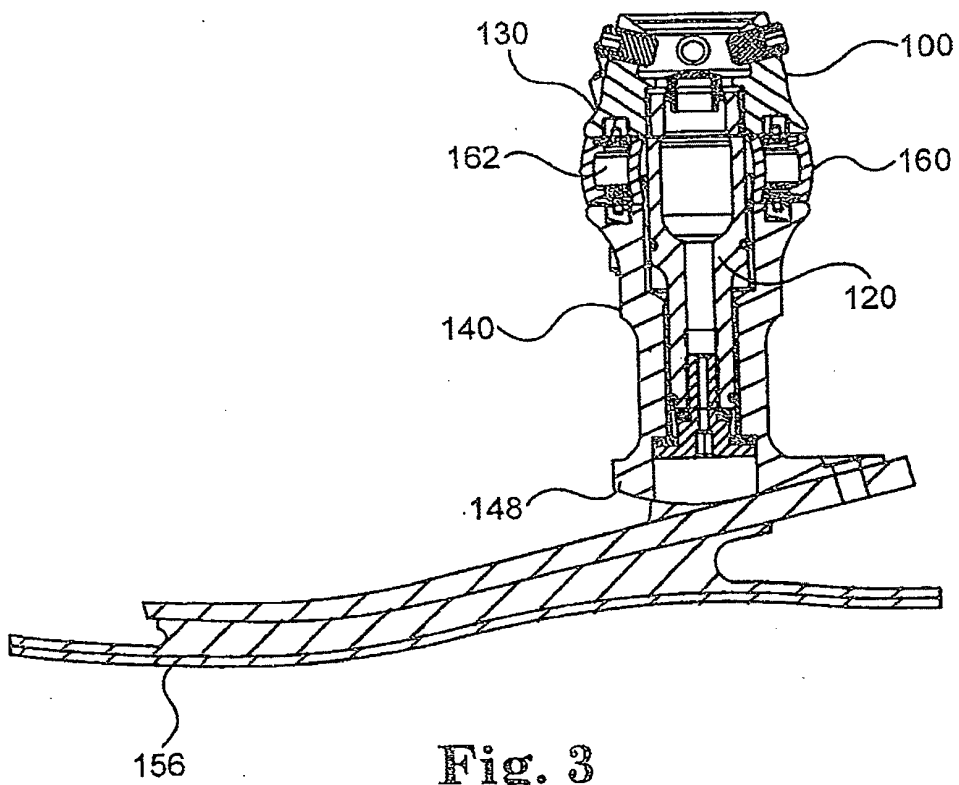


Fig. 3

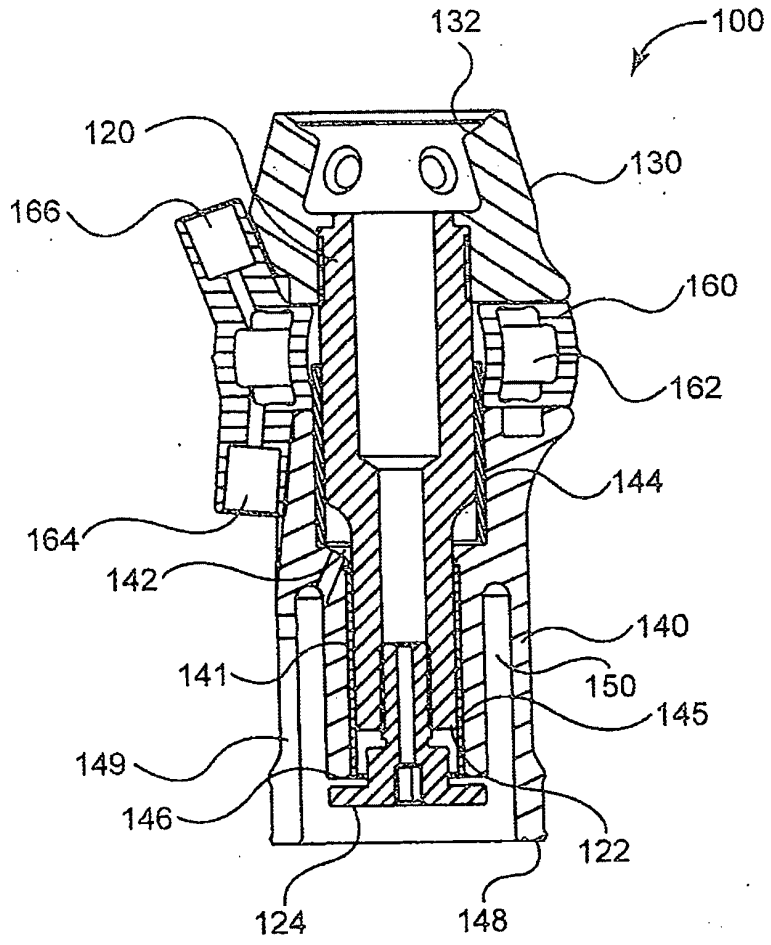


Fig. 4

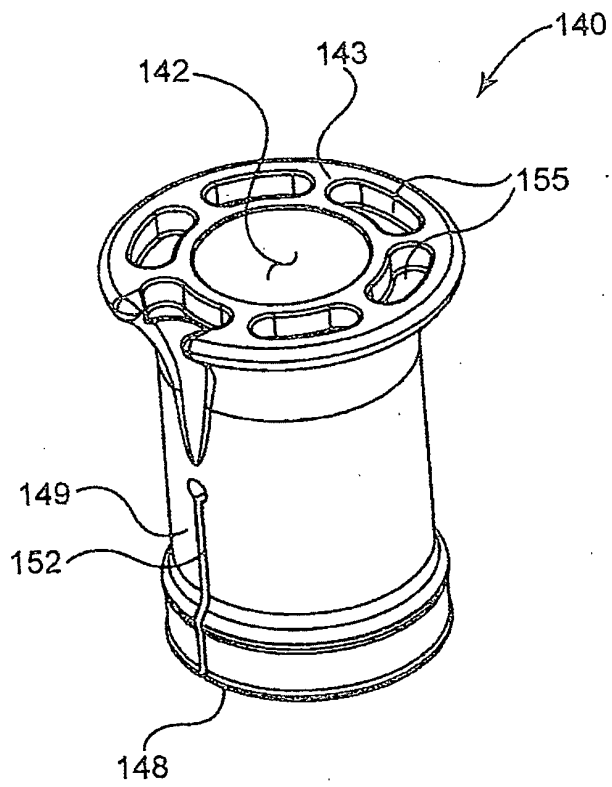


Fig. 5

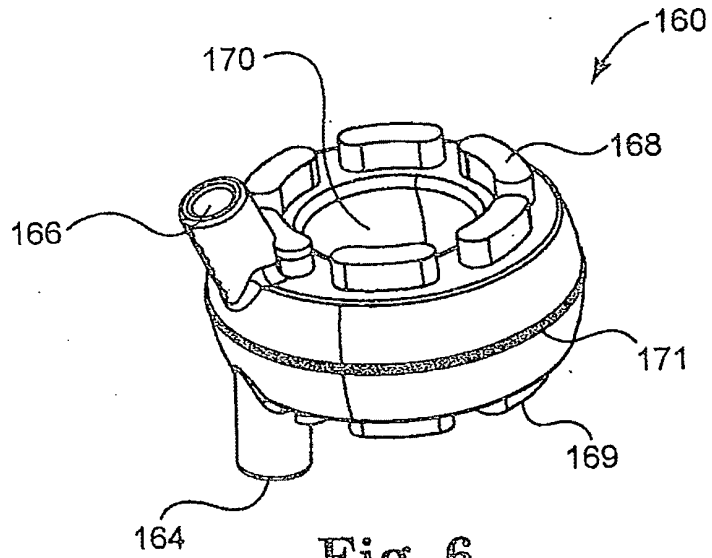


Fig. 6

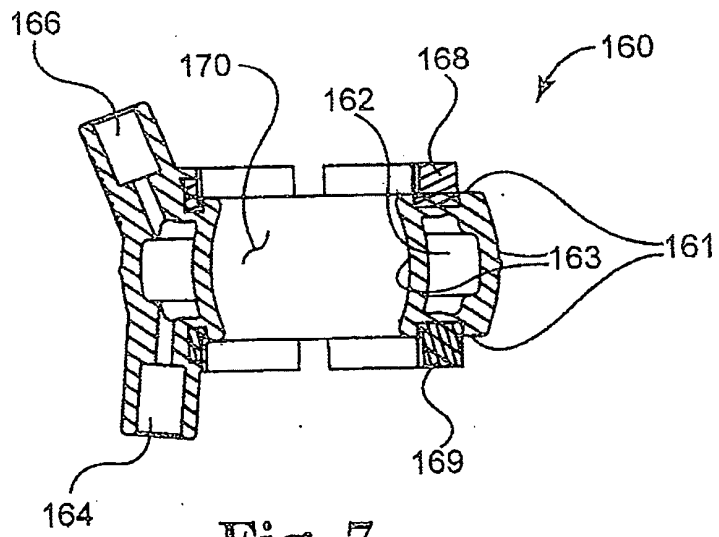


Fig. 7

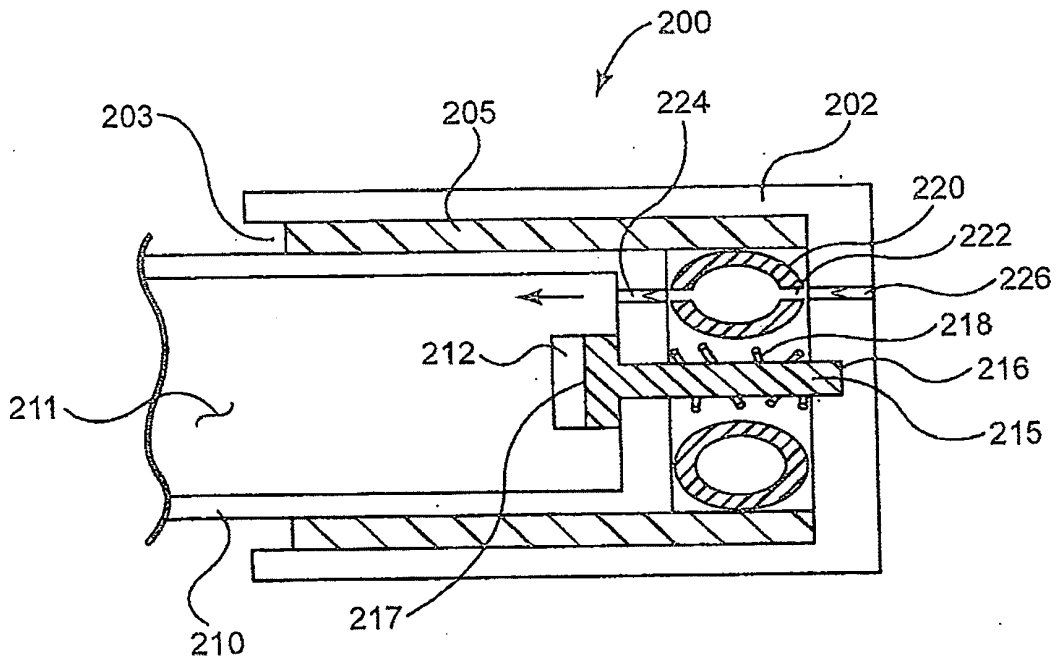


Fig. 8

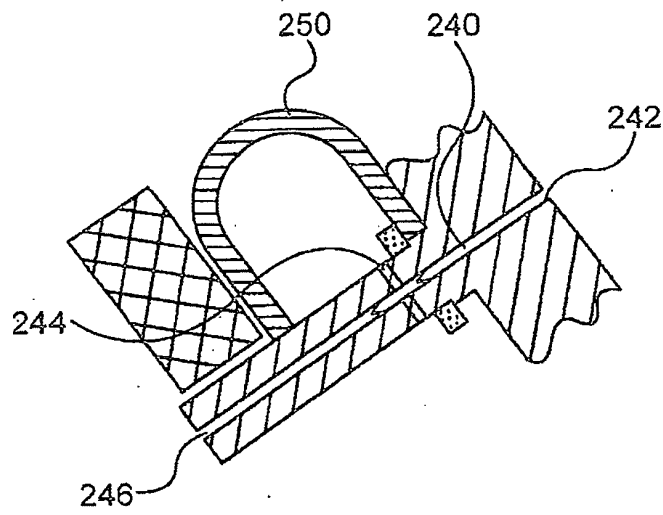


Fig. 9

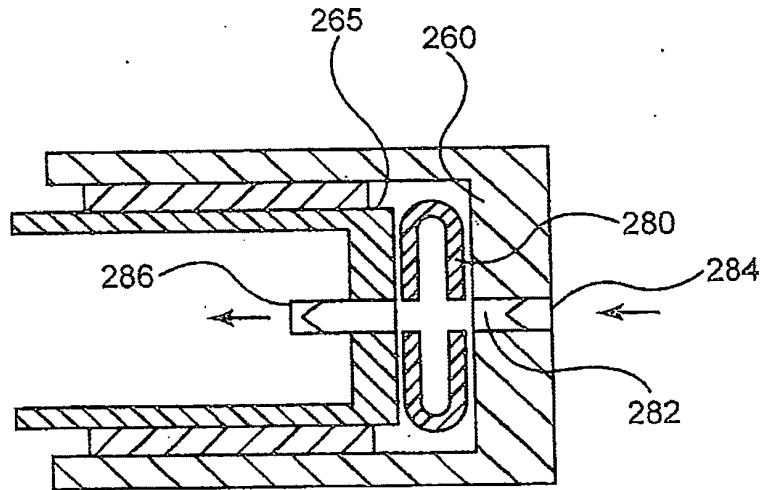


Fig. 10

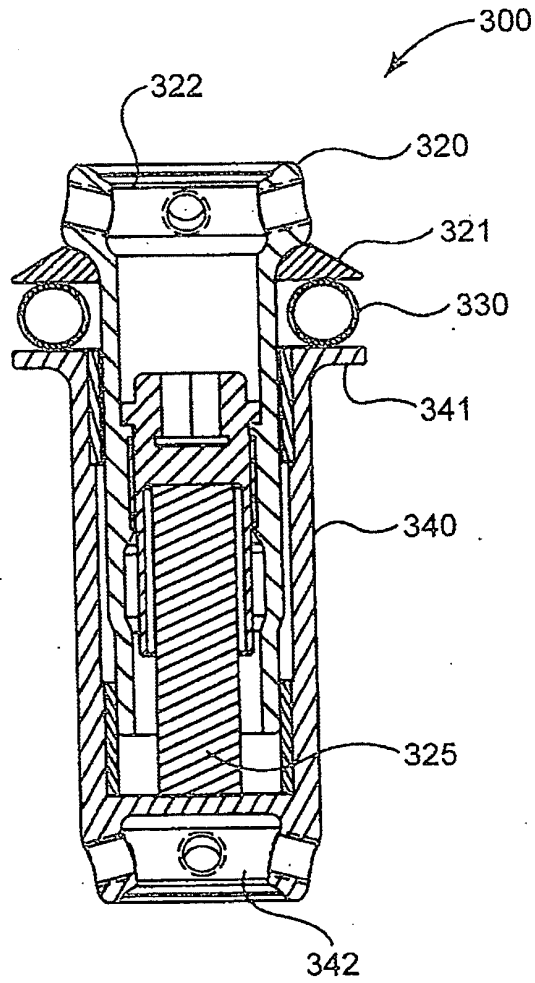


Fig. 11

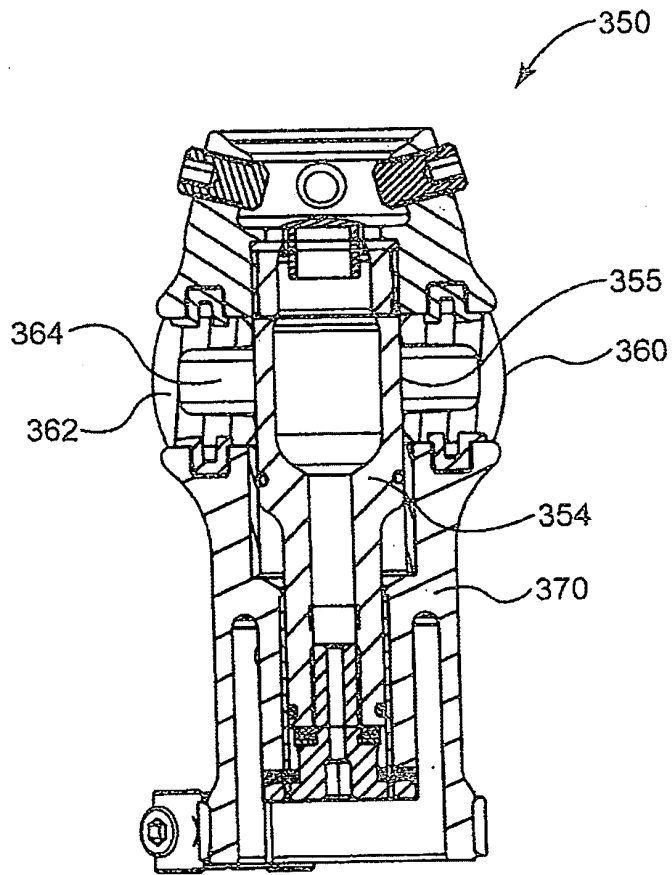


Fig. 12

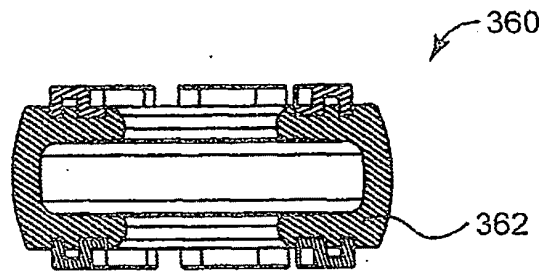


Fig. 13

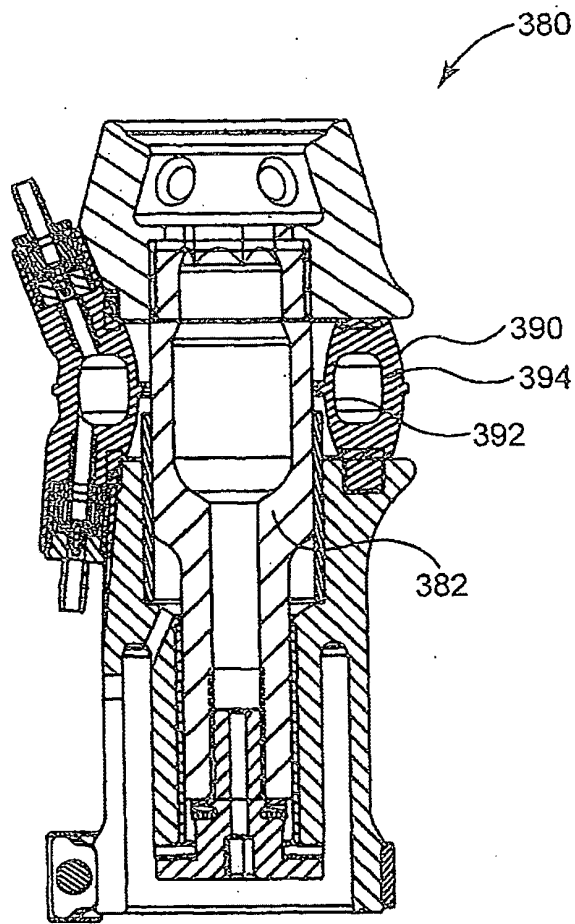


Fig. 14

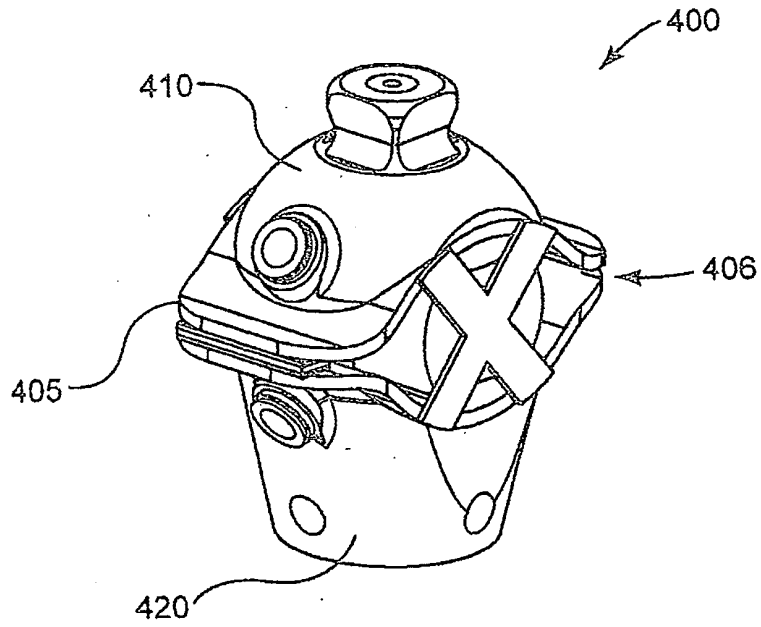


Fig. 15

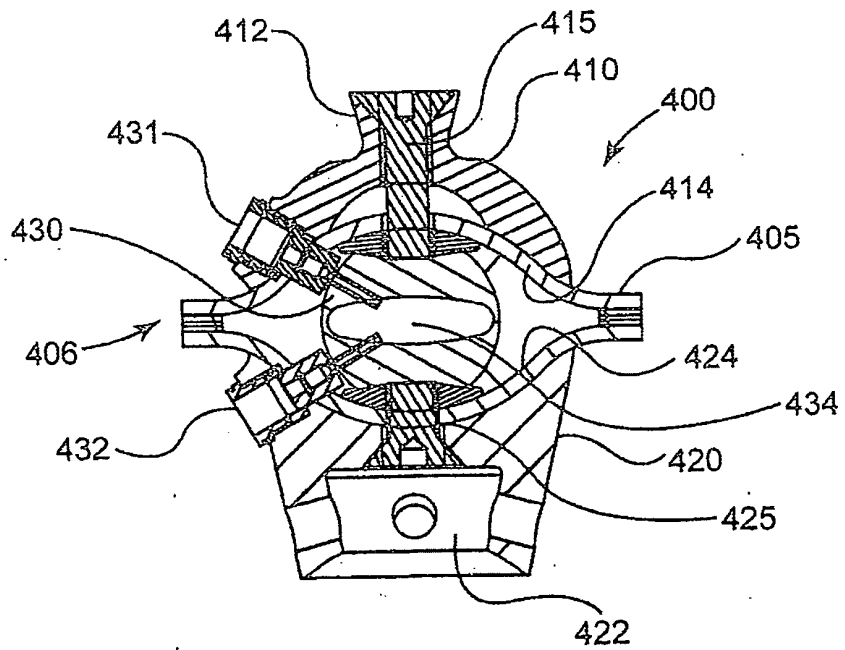


Fig. 16

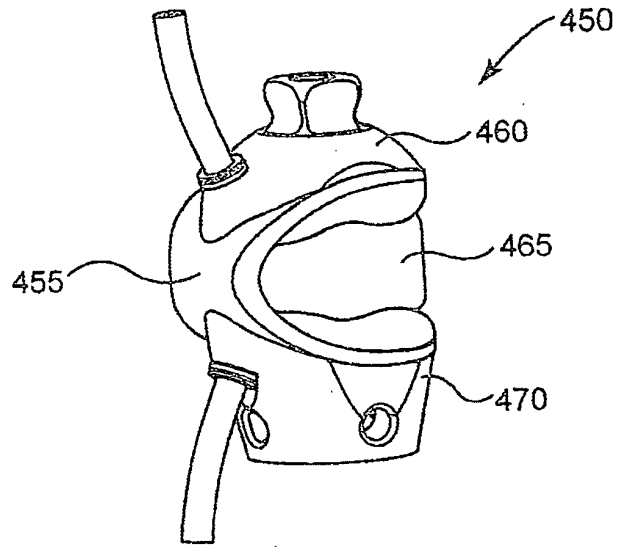


Fig. 17

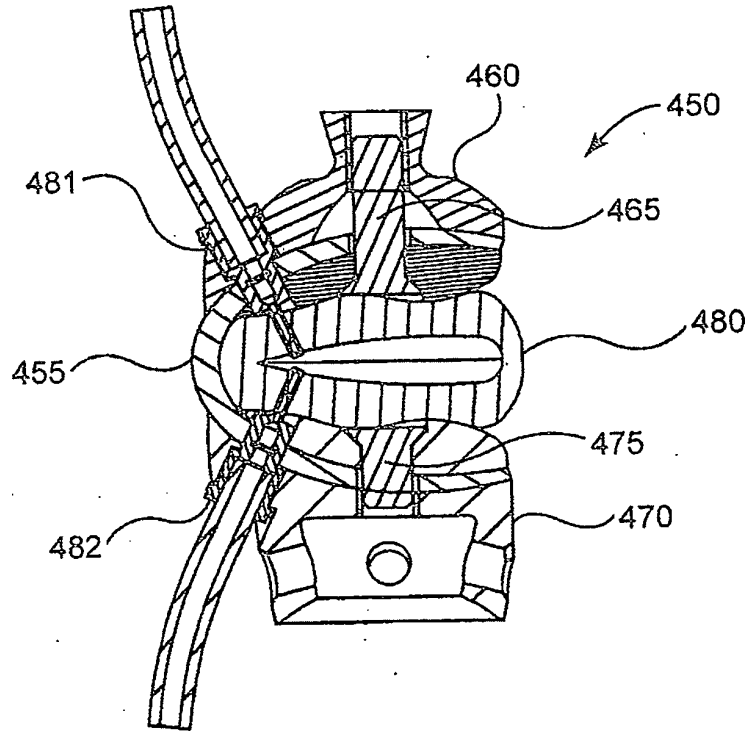


Fig. 18

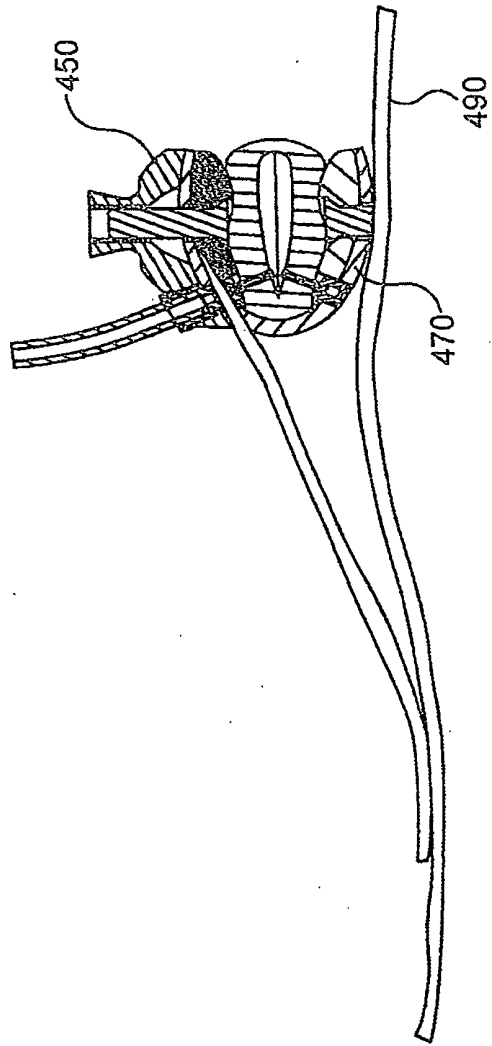


Fig. 19

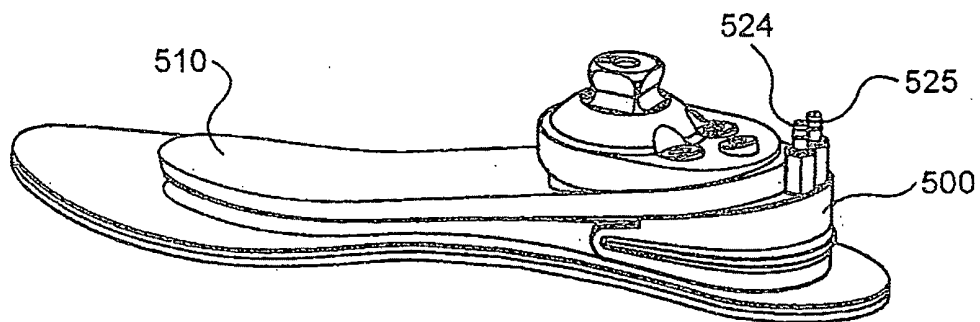


Fig. 20

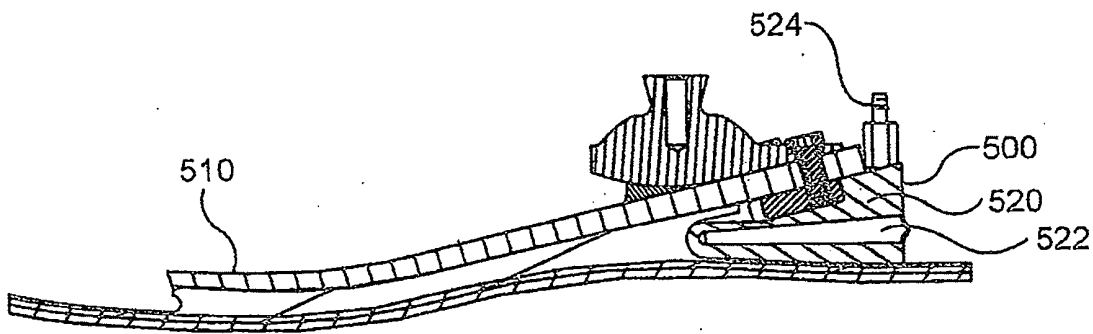


Fig. 21

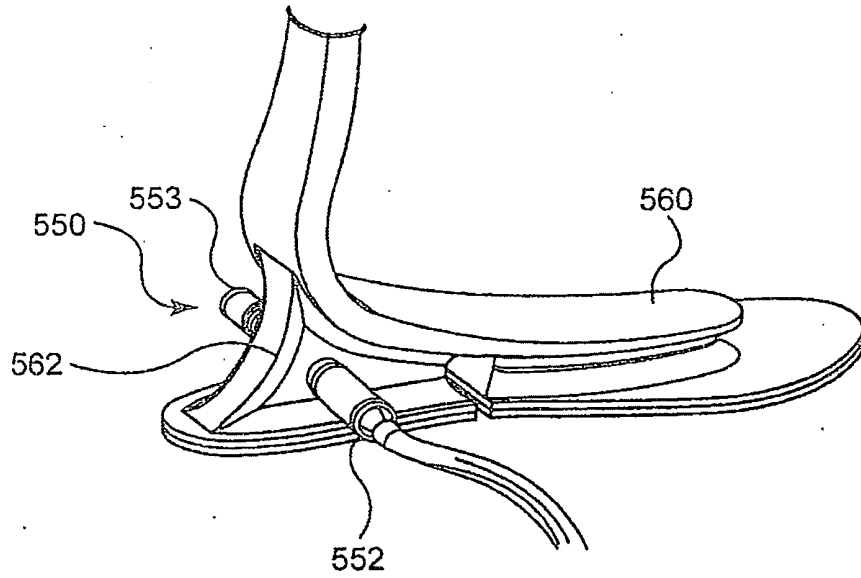


Fig. 22

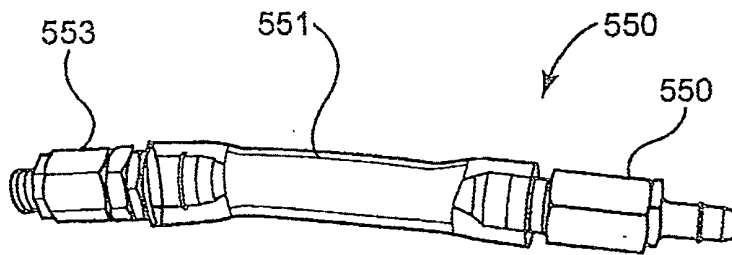


Fig. 23