



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

(11) PI 0912585-0 B1



(22) Data do Depósito: 05/05/2009

(45) Data de Concessão: 26/03/2019

(54) Título: COMPÓSITO ACÚSTICO E MÉTODO PARA FORNECER ABSORÇÃO ACÚSTICA E PERDA DE TRANSMISSÃO

(51) Int.Cl.: E04B 1/84.

(30) Prioridade Unionista: 05/05/2008 US 61/050.526.

(73) Titular(es): 3M INNOVATIVE PROPERTIES COMPANY..

(72) Inventor(es): JONATHAN H. ALEXANDER; DAVID F. SLAMA.

(86) Pedido PCT: PCT US2009042824 de 05/05/2009

(87) Publicação PCT: WO 2009/137466 de 12/11/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 04/11/2010

(57) Resumo: COMPÓSITO ACÚSTICO A presente invenção refere-se a um compósito acústico que compreende um substrato resistivo de fluxo que tem um material de barreira acústico sólido ligado a pelo menos uma porção de uma superfície principal do substrato resistivo de fluxo; sendo que o material de barreira acústica tem uma densidade maior que cerca de 1 g/cm³ e o compósito acústico tem uma porosidade entre cerca de 0,002% e cerca de 50%.

“COMPÓSITO ACÚSTICO E MÉTODO PARA FORNECER ABSORÇÃO ACÚSTICA E PERDA DE TRANSMISSÃO”

Campo da Invenção

[001]Esta invenção refere-se a compósitos acústicos e a métodos de uso de compósitos acústicos para fornecer absorção acústica e perda de transmissão.

Antecedentes

[002]Absorventes de som têm sido amplamente usados em inúmeras aplicações diferentes para absorção de som. Os absorventes de som conhecidos incluem, por exemplo, absorventes de som à base de fibra (por exemplo, absorventes de som que compreendem fibra de vidro, espumas poliméricas de célula aberta ou materiais fibrosos) e folhas perfuradas. Os filmes microperfurados, por exemplo, podem funcionar nas variações de média a alta frequência de absorção com relativamente bom desempenho na faixa de 800 Hz e superiores.

[003]A maioria dos absorventes de som, entretanto, não lidam bem com a perda de transmissão. A perda de transmissão de frequência relativamente baixa é, portanto, tipicamente controlada com o uso de muita massa (por exemplo, placas de aço, chumbo, concreto, ou placa de gesso natural).

Sumário

[004]Em vista do anteriormente mencionado, reconhecemos que existe uma necessidade na técnica para soluções acústicas que possam fornecer absorção acústica e perda de transmissão, ainda que seja relativamente leve em peso.

[005]Brevemente, a presente invenção apresenta um compósito acústico que compreende um substrato resistivo de fluxo que tem um material de barreira acústica sólido ligado a pelo menos uma porção de uma superfície principal do substrato resistivo de fluxo, sendo que o material de barreira acústica tem uma densidade maior que cerca de 1 g/cm³ e o compósito acústico tem uma porosidade entre cerca de 0,002% e cerca de 50%.

[006]Em um outro aspecto, a presente invenção apresenta um compósito acústico que compreende um substrato resistivo de fluxo que tem um material de barreira acústico

sólido ligado a pelo menos uma porção de uma superfície principal do substrato resistivo de fluxo com um ligante, sendo que o material de barreira acústico tem uma densidade maior que cerca de 1 g/cm^3 e sendo que a barreira e o ligante juntos cobrem entre cerca de 20% e cerca de 99,998% da superfície principal.

[007]Em ainda um outro aspecto, a presente invenção apresenta um compósito acústico que compreende um substrato resistivo de fluxo que compreende um material de barreira acústica sólido distribuído dentro do substrato, sendo que o material de barreira acústica tem uma densidade maior que cerca de 1 g/cm^3 e o compósito acústico tem uma porosidade entre cerca de 0,002% e cerca de 50%.

[008]Para uso na presente invenção, o termo “substrato resistivo de fluxo” inclui substratos que têm uma resistência de fluxo de ar entre cerca de 10 e cerca de 2000 rails (como calculado de acordo com ASTM C-522); o termo “sólido”, quando referindo-se aos materiais de barreira acústica, inclui materiais que são altamente viscosos e que resistem a deformação e/ou fluxo à temperatura ambiente (incluindo, por exemplo, vidro ou betume); e o termo “porosidade” significa a medida da área de todo o espaço vazio ou aberto (por exemplo, orifícios) na superfície do compósito acústico, medido como porcentagem da superfície.

[009]Os compósitos acústicos da invenção fornecem absorção acústica e perda de transmissão e são relativamente leves em peso.

Breve Descrição dos Desenhos

[0010]A figura 1 detalha um filme micro perfurado estruturado útil na presente invenção;

[0011]As figuras 2A a 2F mostram possíveis configurações da seção transversal das projeções tubulares exemplificadoras em uma porção substancialmente plana do filme estruturado exemplificador da figura 1, ao longo da linha A-A;

[0012]A figura 3 é um diagrama esquemático de um aparelho exemplificador adequado para a formação do filme estruturado da presente invenção;

[0013]A figura 4 é uma fotografia de um compósito acústico da invenção de acor-

do com o exemplo 1;

[0014]A figura 5 detalha graficamente os dados da perda de transmissão de um compósito acústico da invenção de acordo com os exemplos 1 e 2;

[0015]A figura 6 detalha graficamente os dados de perda de transmissão de um compósito acústico da invenção de acordo com os exemplos 3 e 4;

[0016]A figura 7 detalha graficamente os dados de absorção de um compósito acústico da invenção de acordo com os exemplos 1 e 2;

[0017]A figura 8 detalha graficamente os dados de absorção de um compósito acústico da invenção de acordo com os exemplos 3 e 4.

[0018]A figura 9 detalha graficamente os dados de absorção de um compósito acústico da invenção de acordo com os exemplos 5 a 7.

[0019]A figura 10 detalha graficamente os dados de absorção de um compósito acústico da invenção de acordo com o exemplo 8.

Descrição Detalhada

[0020]Os compósitos acústicos da presente invenção compreendem um substrato resistivo de fluxo. O substrato resistivo de fluxo tem, tipicamente, uma resistência de fluxo de ar entre cerca de 10 e cerca de 2000 rails (de preferência, entre cerca de 100 e cerca de 2000 rails; com mais preferência, entre cerca de 200 e cerca de 1500 rails). O substrato resistivo de fluxo pode ser de qualquer tipo de filme poroso ou manta. O substrato resistivo de fluxo pode compreender, por exemplo, polímeros termoplásticos, polímeros endurecidos por calor, materiais não-tecidos, panos tecidos, telas de metal ou plásticas, espumas, folhas metálicas, papel ou similares. Em algumas modalidades, o substrato resistivo de fluxo compreende orifícios ou perfurações suficientes para fornecer uma porosidade desejada.

[0021]O substrato resistivo de fluxo pode ser um filme micro perfurado. Para uso na presente invenção, o termo “filme micro perfurado” inclui qualquer filme resistivo de fluxo que tenha uma pluralidade de micro perfurações (por exemplo, orifícios ou fendas) definidas no filme. O formato da fenda/orifício e a seção transversal podem variar. A seção

transversal pode ser, por exemplo, circular, quadrada, retangular, hexagonal e assim por diante. O diâmetro máximo (ou dimensão máxima da seção transversal) é tipicamente menos que cerca de 1016 μm (40 mils) (de preferência, menos que cerca de 635 μm (25 mils); com mais preferência, menos que cerca de 381 μm (15 mils)).

[0022]Os filmes micro perfurados preferenciais para uso na presente invenção são apresentados, por exemplo, na patente U. S. nº 6.617.002 (Wood) e WO 2007/127890.

[0023]Em uma modalidade, o filme micro perfurado compreende um filme polimérico que tem uma espessura e uma pluralidade de microperfurações definidas no filme polimérico. As micro perfurações podem ter o diâmetro mais estreito, menor que a espessura do filme e um diâmetro mais largo maior que o diâmetro mais estreito. O diâmetro mais estreito pode, por exemplo, variar de cerca de 254 μm (10 mils) a cerca de 508 μm (20 mils) ou menos. O formato do orifício e da seção transversal pode variar. A seção transversal dos orifícios pode, por exemplo, ser circular, quadrada, hexagonal e assim por diante. De preferência, os orifícios são estreitados. O filme microperfurado pode ser relativamente fino (por exemplo, menos que cerca de 2032 μm (80 mils) ou mesmo menos que cerca de 508 μm (20 mils)) e flexível (por exemplo, que tem uma rigidez à flexão de cerca de 10^6 a cerca de 10^7 dina-cm ou menos).

[0024]Os filmes microperfurados podem ser formados a partir de muitos tipos de filmes poliméricas, incluindo por exemplo, polímeros termofixos como polímeros que são reticulados ou vulcanizados.

[0025]Um método de fabricação vantajoso de um filme microperfurado envolve gofragem de materiais plásticos. O material plástico pode ser formado por plásticos como poliolefinas, poliésteres, náilons, poliuretanos, policarbonatos, polissulfonas, poliestirenos, ou cloretos de polivinilas. Aditivos opcionais podem ser adicionados. Aditivos adequados incluem, mas não se limitam a, enchimentos, estabilizantes, plastificantes, acentuadores de pegajosidade, agentes para controle de fluxo, retardadores de taxa de cura, promotores de adesão (por exemplo, silanos e titanatos), adjuvantes, modificadores de impacto, microesferas expansíveis, partículas termicamente condutivas, partículas eletricamente condutivas, sílica, vidro,

argila, talco, pigmentos, colorantes, bolhas ou microesferas de vidro, antioxidantes, clareadores ópticos, agentes microbicidas, tensoativos, retardadores de chama e fluoropolímeros. Um ou mais dos aditivos acima descritos podem ser usados para reduzir o peso e/ou custo da porção de filme substancialmente plano resultante, ajustar a viscosidade, ou modificar as propriedades térmicas da porção de filme substancialmente plano, ou conferir uma gama de propriedades físicas derivadas da atividade de propriedade física do aditivo, incluindo propriedades elétricas, ópticas, relacionadas à densidade, de barreira líquida ou de união adesiva. Os copolímeros e as homogeneizações podem também usados.

[0026]O material plástico gofrável pode ser colocado em contato com uma ferramenta que tem colunas que são formatadas e dispostas para formar orifícios no material plástico. O material plástico gofrado pode ser colocado em contato com a ferramenta com o uso de inúmeras técnicas diferentes como, por exemplo, gofragem, incluindo gofragem por extrusão ou modelagem por compactação. O material plástico gofrado pode ser sob a forma de um extrudado fundido que é colocado em contato com as estampagens ou sob a forma de um filme pré-formado que é então aquecido e colocado em contato com as estampagens. Tipicamente, o material plástico é primeiramente colocado em um estado gofrável por aquecimento de material plástico acima de seu ponto de amolecimento, ponto de fusão ou temperatura de transição de vidro polimérico. O material plástico gofrável é então colocado em contato com a ferramenta de coluna à qual o plástico gofrável em geral se adapta. A ferramenta de coluna em geral inclui uma superfície da base a partir da qual as colunas são adequadamente selecionadas levando em consideração as propriedades desejadas dos orifícios a serem formados no material. Por exemplo, as colunas podem ter uma altura correspondente à espessura desejada da película e ter bordas que se estreitam a partir do diâmetro mais largo até um diâmetro mais estreito que é menor que a altura da coluna para fornecer orifícios estreitados.

[0027]O material plástico pode, então, ser solidificado para formar um filme plástico solidificado que tem orifícios correspondendo às colunas. O material plástico tipicamente solidifica-se enquanto em contato com a ferramenta de coluna. Após a solidificação, o

filme plástico solidificado pode, então, ser removido da ferramenta de coluna. Em alguns casos, o filme plástico solidificado pode passar por tratamento para deslocar quaisquer peles que possam estar cobrindo ou parcialmente cobrindo os orifícios.

[0028]Outros métodos de fabricação de filmes microperfurados podem também ser utilizados. Por exemplo, as microperfurações podem ser feitas nos filmes com o uso de lasers, punções por agulha, ferramentas macho/fêmea, fluidos pressurizados ou por outros métodos conhecidos na técnica.

[0029]Em outra modalidade, o filme microperfurado compreende um filme estruturado com projeções tubulares ao longo de pelo menos uma superfície externa principal de uma porção de filme substancialmente plana, sendo que uma ou mais das projeções tubulares compreende um orifício. Um filme estruturado exemplificador é mostrado na figura 1. O filme estruturado exemplificador 10 da figura 1 compreende uma porção de filme substancialmente plana 11 e uma pluralidade de projeções tubulares 12 estendendo-se acima da primeira superfície principal 13 da porção de filme substancialmente plana 11. Conforme descrito com mais detalhes a seguir, as projeções tubulares 12 compreendem um orifício 15 estendendo-se a partir de uma primeira extremidade da projeção 16 acima da primeira superfície principal 13 dentro ou através da porção de filme substancialmente plana 11, uma parede lateral de projeção 18 cercando ao menos uma porção do orifício 15, e um comprimento de projeção L , estendendo-se a partir da primeira extremidade da projeção 16 até a primeira superfície principal 13.

[0030]Os filmes estruturados compreendem uma porção de filme substancialmente plana como porção de filme substancialmente plana 11 do filme estruturado exemplificador 10 mostrada na figura 1. A porção substancialmente plana tem uma primeira superfície principal, uma segunda superfície principal oposta à primeira superfície principal, e uma espessura média da porção de filme, t , estendendo-se a partir da primeira superfície principal até a segunda superfície principal. Para uso na presente invenção, o termo “porção de filme substancialmente plana” é usado para referir-se à porção dos filmes estruturados que cercam e separam a pluralidade das projeções tubulares uma da outra. Con-

forme mostrado nas figuras 1 e 2, a porção de filme substancialmente plana tem uma porção de filme plana que tem uma espessura média da porção de filme, t , substancialmente menor que a da *largura w* ou *comprimento l* geral do filme estruturado

[0031]Na presente invenção, a “espessura média da porção de filme” (designada por t) da porção de filme substancialmente plana é determinada mediante a medição de uma espessura da porção de filme substancialmente plana em numerosos locais entre as projeções tubulares adjacentes, resultando em um número total de espessuras de porção do filme, x , e calculando a porção da espessura média das espessuras x da porção do filme. Tipicamente, x é maior que cerca de 3, e, desejavelmente, situa-se na faixa de cerca de 3 a cerca de 10. Desejavelmente, cada medição é tomada em um local próximo à seção intermediária entre as projeções tubulares adjacentes, de modo a minimizar qualquer efeito na medição pelas projeções tubulares.

[0032]A porção do filme substancialmente plana dos filmes estruturados tem uma espessura média de porção de filme que varia dependendo da finalidade em particular do filme estruturado. Tipicamente, a porção de filme substancialmente plana tem uma espessura média de porção de filme menor que cerca de 508 microns (μm) (20 mils.). Em algumas modalidades, a porção de filme substancialmente plana tem uma espessura média da porção de filme de cerca de 50,8 μm (2,0 mils.) a cerca de 508 μm (20 mils.). Em outras modalidades, a porção de filme substancialmente plana tem uma espessura média da porção de filme de cerca de 101,6 μm (4,0 mils.) a cerca de 254 μm (10 mils.). Em ainda outras modalidades, a porção de filme substancialmente plana tem uma espessura média da porção de filme de cerca de 101,6 μm (4,0 mils.) a cerca de 152,4 μm (6,0 mils.).

[0033]A porção de filme substancialmente plana dos filmes estruturados pode compreender um ou mais materiais poliméricos. Materiais poliméricos adequados incluem, mas não se limitam a, poliolefinas, como polipropileno e polietileno; copolímeros de olefina (por exemplo, copolímeros com acetato de vinila); poliésteres, como tereftalato de polietileno e tereftalato de polibutileno; poliamida (náilon-6 e náilon-6,6); poliuretanos; polibute-

no; ácidos poliláticos; álcool polivinílico; sulfureto de polifenileno; polissulfona; policarbonatos; poliestirenos; polímeros cristalinos líquidos; polietileno-co-acetato de vinila; poliacrilonitrilo; poliolefinas cíclicas; ou uma combinação dos mesmos. Em uma modalidade exemplificadora, a porção do filme substancialmente plana compreende uma poliolefina, como polipropileno, polietileno, ou uma mistura dos mesmos.

[0034]A porção do filme substancialmente plana pode compreender, ainda, um ou mais aditivos, conforme descrito mais adiante neste documento. Quando presentes, a porção do filme substancialmente plana compreende, tipicamente, pelo menos 75 por cento em peso de qualquer um dos materiais poliméricos acima descritos, com até cerca de 25 por cento em peso de um ou mais aditivos. Desejavelmente, a porção do filme substancialmente plana compreende pelo menos 80 por cento em peso, mais desejavelmente pelo menos 85 por cento em peso, pelo menos 90 por cento em peso, pelo menos 95 por cento em peso, e tanto quanto 100 por cento em peso de qualquer um dos materiais poliméricos acima descritos, sendo que todos os pesos são baseados no peso total da porção de filme substancialmente plana.

[0035]Vários aditivos podem ser adicionados a uma massa fundida de polímero, formada a partir de um ou mais dos polímeros acima mencionados, e extrudada para incorporar o aditivo na porção de filme substancialmente plana. Tipicamente, a quantidade de aditivos é menor que cerca de 25%, em peso, desejavelmente, até cerca de 5,0%, em peso, com base no peso total do filme estruturado. Os aditivos adequados incluem, mas não se limitam a, aditivos como aqueles descritos acima.

[0036]Em uma modalidade exemplificadora, a porção de filme substancialmente plana compreende uma camada única de material termoformável formando as primeiras e segundas superfícies principais e tem a espessura média da porção de filme mencionada acima, sendo que o material termoformável compreende um ou mais dos polímeros mencionados acima e aditivos opcionais. Em uma modalidade exemplificadora adicional do filme estruturado, a porção de filme substancialmente plana compreende uma de camada única de material termoformável formando as primeiras e segundas superfícies principais e

tendo a espessura média da porção de filme descrita acima, sendo que as primeiras e segundas superfícies principais são expostas (por exemplo, não são cobertas) de forma a serem posicionáveis e/ou anexadas a um substrato desejável.

[0037] Os filmes estruturados compreendem adicionalmente uma pluralidade de projeções tubulares estendendo-se acima da primeira superfície principal da porção de filme substancialmente plana como projeções tubulares 12 do filme estruturado exemplificador 10 mostrado na figura 1. As projeções tubulares são, desejavelmente, formadas a partir da mesma composição termoformável usada para formar a porção de filme substancialmente plana descrita acima. Em uma modalidade desejada, a porção de filme substancialmente plana e a pluralidade de projeções tubulares compreendem uma estrutura termoformada contínua, formada a partir de uma única composição termoformável que compreende um ou mais dos polímeros e aditivos opcionais mencionados acima.

[0038] Em outras modalidades desejadas, a porção de filme substancialmente plana e a pluralidade de projeções tubulares (i) compreendem uma estrutura termoformada contínua, formada a partir de uma única composição termoformável, e (ii) são isentas de formador de filme posterior, com orientação de formação de projeção. Para uso na presente invenção, o termo “formador de filme posterior, com orientação de formação de projeção” é usado para descrever processos convencionais usados para formar projeções e/ou aberturas em um filme. Tais processos convencionais incluem, mas não se limitam a, uma etapa de termoformação usada para formar projeções em uma estrutura de filme anteriormente solidificada (por exemplo, não um extrudado de filme fundido), uma etapa de perfuração por agulhagem ou outra etapa de perfuração do filme.

[0039] A pluralidade de projeções tubulares pode ser distribuída de maneira uniforme sobre a primeira superfície principal da porção de filme substancialmente plana ou distribuída de modo aleatório sobre a primeira superfície principal. Em algumas modalidades, a pluralidade de projeções tubulares é distribuída de maneira uniforme sobre a primeira superfície principal (e, opcionalmente, uma porção correspondente da segunda superfí-

cie principal) da porção de filme substancialmente plana.

[0040]Em uma modalidade exemplificadora, o filme estruturado compreende uma pluralidade de projeções tubulares estendendo-se a partir da porção de filme substancialmente plana, sendo que uma ou mais projeções tubulares compreendem (i) um orifício estendendo-se a partir de uma primeira extremidade da projeção acima da primeira superfície principal para ou através da porção de filme substancialmente plana, (ii) uma parede lateral da projeção circundando pelo menos uma porção do orifício, a parede lateral da projeção tendo uma superfície de parede lateral da projeção externa, uma superfície da parede lateral da projeção interna e uma espessura de parede lateral da projeção, e (iii) um comprimento da projeção, L , estendendo-se a uma distância da primeira extremidade da projeção à primeira superfície principal, sendo que uma razão do comprimento da projeção, L , à espessura média da porção de filme, t , é de pelo menos cerca de 3,5. Em outras modalidades, a razão entre o comprimento da projeção, L , e a espessura média da porção de filme, t , é de pelo menos cerca de 4,0. Em ainda outras modalidades, a razão entre o comprimento da projeção, L , e a espessura média da porção de filme, t , é de cerca de 4,0 a cerca de 10,0.

[0041]As projeções tubulares podem ter comprimentos de projeção substancialmente similares, que variam de filme para filme, dependendo da finalidade de um dado filme estruturado. Tipicamente, as projeções tubulares têm um comprimento de projeção, L , na faixa de cerca de 25,4 μm (1 mil) a cerca de 1,27 cm (500 mil), mais tipicamente, cerca de 50,8 μm (2 mil) a cerca de 2,54 mm (100 mil), e mais tipicamente ainda, cerca de 508 μm (20 mil) a cerca de 1,02 mm (40 mil).

[0042]As projeções tubulares podem ser descritas com mais detalhes com relação ao comprimento do orifício da projeção, diâmetro do orifício da projeção, e espessura da parede lateral da projeção, cada dimensão das mesmas pode variar, dependendo da finalidade de um dado filme estruturado. Tipicamente, as projeções tubulares têm um comprimento de orifício de projeção na faixa de cerca de 25,4 μm (1 mil) a cerca de 1,32 cm (520

mil), mais tipicamente, de cerca de 50,8 μm (2 mil) a cerca de 2,79 mm (110 mil), e até mais tipicamente, de cerca de 508 μm (20 mil) a cerca de 1,14 mm (45 mil); um diâmetro de orifício de projeção na faixa de cerca de 25,4 μm (1 mil) a cerca de 6,35 mm (250 mil), mais tipicamente, de cerca de 25, μm (1 mil) a cerca de 2,4 mm (100 mil), e até mais tipicamente, de cerca de 25,4 μm (1 mil) a cerca de 254 μm (10 mil); e uma espessura de parede lateral da projeção na faixa de cerca de 25,4 μm (1 mil) a cerca de 508 μm (20 mil), mais tipicamente, de cerca de 25,4 μm (1 mil) a cerca de 254 μm (10 mil), e até mais tipicamente, de cerca de 25,4 μm (1 mil) a cerca de 127 μm (5 mil).

[0043]As projeções tubulares podem ser descritas, em mais detalhes, com relação à espessura da parede lateral da projeção em relação à espessura média da porção de filme, t , acima descritas. Em uma modalidade exemplificadora, ao menos uma porção das projeções tubulares têm uma espessura da parede lateral da projeção igual a ou maior que a espessura média da porção de filme, t , da porção de filme substancialmente plana.

[0044]Conforme mostrado nas figuras 2A a 2F, as projeções tubulares podem ter uma variedade de formatos de configurações em seção transversal. Em algumas modalidades, as projeções tubulares têm uma segunda extremidade da projeção posicionada abaixo da segunda superfície principal da porção de filme substancialmente plana. Nessas modalidades, os filmes estruturados compreendem uma pluralidade de projeções tubulares estendendo-se a partir da porção de filme substancialmente plana, sendo que uma ou mais projeções tubulares compreendem (i) um orifício estendendo-se a partir de uma primeira extremidade da projeção acima da primeira superfície principal para ou através da porção de filme substancialmente plana, (ii) uma parede lateral da projeção circundando pelo menos uma porção do orifício, a parede lateral da projeção tendo uma superfície de parede lateral da projeção externa, uma parede lateral da projeção interna e uma espessura de parede lateral da projeção, e (iii) um comprimento de projeção de extremidade a extremidade estendendo-se a uma distância da primeira extremidade da projeção a uma segunda extremidade da projeção abaixo da segunda superfície principal. Por exemplo, conforme mostrado nas figuras 2A e 2C a 2F, projeções

tubulares 12 exemplificadoras compreendem uma segunda extremidade 17 posicionada abaixo da segunda superfície principal 14 da porção substancialmente plana 11.

[0045]Em algumas modalidades nas quais uma ou mais projeções tubulares têm uma segunda extremidade abaixo da segunda superfície principal da porção de filme substancialmente plana do filme estruturado, uma ou mais projeções tubulares desejavelmente tem um comprimento da projeção superior estendendo-se a uma distância da primeira extremidade da projeção à primeira superfície principal, sendo que uma razão do comprimento da projeção superior (por exemplo, o comprimento da projeção, L) à espessura média da porção de filme, t , é de pelo menos cerca de 3,5. Mais desejavelmente, a razão entre o comprimento da projeção superior (por exemplo, comprimento da projeção, L) até a espessura média da porção de filme, t , é de cerca de 4,0 a cerca de 10,0.

[0046]As projeções tubulares podem ter uma espessura de parede lateral da projeção que varia ao longo do comprimento da projeção (por exemplo, comprimento da projeção, L , ou um comprimento da projeção de extremidade a extremidade). Conforme mostrado nas figuras 2A a 2F, projeções tubulares 12 exemplificadoras podem compreender uma espessura da parede lateral da projeção que se mantém substancialmente constante ao longo do comprimento da projeção (vide, por exemplo, a Figura 2B) ou uma espessura da parede lateral da projeção que varia ao longo do comprimento da projeção (vide, por exemplo, as figuras 2A e 2C-2F). Em uma modalidade exemplificadora, uma ou mais projeções tubulares têm uma primeira espessura de parede em uma base da projeção situada próxima à primeira superfície principal, uma segunda espessura da parede na primeira extremidade da projeção, e uma terceira espessura da parede em uma seção intermediária da projeção situada entre a base da projeção e a primeira extremidade da projeção, sendo que a primeira e a segunda espessuras da parede são maiores que a terceira espessura da parede (vide, por exemplo, a figura 2F). Em uma outra modalidade exemplificadora, uma ou mais projeções tubulares têm uma primeira espessura da parede em uma base da projeção situada próxima à primeira superfície principal, uma segunda espessura

da parede na primeira extremidade da projeção, e uma terceira espessura da parede em uma seção intermediária da projeção situada entre a base da projeção e a primeira extremidade da projeção, sendo que a primeira e a segunda espessuras da parede são menores que a terceira espessura da parede (vide, por exemplo, a figura 2E).

[0047]Em modalidades exemplificadoras adicionais do filme estruturado, uma ou mais projeções tubulares tem uma primeira área em seção transversal acima da primeira superfície principal da porção de filme substancialmente plana, uma segunda área em seção transversal dentro de uma porção de filme substancialmente plana, e uma terceira área em seção transversal abaixo da segunda superfície principal da porção de filme substancialmente plana, sendo que a primeira área em seção transversal é menor que a segunda e a terceira áreas em seção transversal (consulte, por exemplo, a figura 2C). Em algumas modalidades, uma ou mais projeções tubulares tem uma porção de bolha (por exemplo, porção de bolha 19 mostrada na figura 2C) em comunicação fluida com o orifício (por exemplo, orifício 15) estendendo-se através da projeção tubular. Nessas modalidades, a porção de bolha pode estar presente (i) no interior da porção de filme substancialmente plana, (ii) abaixo da segunda superfície principal, ou (iii) tanto em (i) como em (ii) (vide, por exemplo, a Figura 2C). Em ainda outras modalidades, uma porção inferior da porção de bolha pode ser removida para fornecer uma abertura estendendo-se através do filme estruturado da primeira extremidade da projeção até a segunda extremidade da projeção. Por exemplo, uma porção da porção de bolha 19 junto com a segunda extremidade 17 da projeção tubular 12, mostrada na figura 2C, pode ser removida cortando-se a porção de bolha 19 ao longo de uma linha tracejada B-B mostrada na figura 2C.

[0048]Deve-se notar que as projeções tubulares podem ter uma configuração em seção transversal externa da projeção tubular que varia dependendo da configuração em seção transversal desejada e o tipo de molde usado para formar as projeções tubulares. Por exemplo, as projeções tubulares podem ter um formato em seção transversal externa da projeção tubular sob a forma de um círculo, um oval, um polígono, um quadrado, um triângulo, um hexágono, um formato multilobulado, ou qualquer combinação dos mesmos.

[0049]Em outras modalidades exemplificadoras dos filmes estruturados, uma ou mais projeções tubulares tem um orifício (por exemplo, orifício 15) estendendo-se completamente através a porção de filme substancialmente plana (com ou sem a necessidade de remover uma porção da projeção tubular conforme descrito acima). Conforme mostrado nas figuras 2A a 2B e 2D a 2F, projeções tubulares 12 exemplificadoras compreendem um orifício 15 que se estende ao longo do comprimento da projeção, da primeira extremidade da projeção 16 até a segunda extremidade da projeção 17. Conforme mostrado nas figuras 2A a 2B e 2D a 2F, uma área da seção transversal do orifício 15 pode variar (vide, por exemplo, as figuras 2A e 2D a 2F) ou permanecer substancialmente constante (vide, por exemplo, a figura 2B) ao longo do comprimento da projeção, da primeira extremidade da projeção 16 até a segunda extremidade da projeção 17.

[0050]Em uma modalidade desejada, o filme estruturado compreende uma pluralidade de projeções tubulares estendendo-se a partir da porção de filme substancialmente plana, sendo que pelo menos uma porção das projeções tubulares compreende (i) um orifício estendendo-se a partir de uma primeira extremidade da projeção, acima da primeira superfície principal, através da porção do filme substancialmente plana, até a segunda extremidade da projeção, abaixo da porção do filme substancialmente plana, fornecendo uma abertura através do filme estruturado, (ii) uma parede lateral da projeção cercado pelo menos uma porção do orifício, com a parede lateral da projeção contendo uma parede lateral exterior da projeção, uma parede lateral interior da projeção, e uma espessura da parede lateral da projeção, e (iii) um comprimento de projeção de extremidade a extremidade estendendo-se a partir da primeira extremidade da projeção até a segunda extremidade da projeção.

[0051]Tipicamente, as projeções tubulares estendem-se substancialmente perpendicular à porção de filme substancialmente plana conforme mostrado nas figuras 2A-2F; entretanto, outras orientações das projeções tubulares em relação à porção de filme substancialmente plana estão dentro do escopo da presente invenção.

[0052]As projeções tubulares podem estar presentes ao longo de uma ou ambas

superfícies principais da porção de filme substancialmente plana do filme estruturado em uma densidade de projeção tubular que varia dependendo da densidade de projeção tubular, e da finalidade do filme estruturado. Em uma modalidade exemplificadora, as projeções tubulares estão presentes ao longo de uma ou ambas as superfícies principais da porção do filme substancialmente plana do filme estruturado em uma densidade de projeção tubular de até cerca de 1.000 projeções/cm² da área superficial externa da porção de filme substancialmente plana. Tipicamente, as projeções tubulares estão presentes ao longo de uma ou ambas as superfícies principais da porção do filme substancialmente plana do filme estruturado em uma densidade de projeção tubular de cerca de 10 projeções/cm² a cerca de 300 projeções/cm² da área superficial externa da porção do filme substancialmente plana.

[0053]Em algumas modalidades, o filme estruturado é um impermeável a líquidos (por exemplo, impermeável a água) e permeável a vapor.

[0054]Um método para fabricação de um filme estruturado útil na presente invenção que compreende extrusão de uma folha de extrudado fundido a partir de uma matriz; colocar o extrudado fundido em contato com um molde, de modo a fazer com que uma porção do extrudado fundido entre em uma pluralidade de orifícios situados na superfície externa do molde, resultando em (i) uma pressão de ar diferencial entre uma pressão de ar mais alta dentro de um ou mais orifícios do molde e uma pressão de ar mais baixa na superfície externa do extrudado fundido, oposta ao molde, e (ii) formação de uma pluralidade de saliências ao longo da superfície do extrudado fundido; permitindo que o ar dentro de um ou mais orifícios da estampagem mova-se em uma direção para a frente da superfície externa do extrudado fundido oposto à estampagem de forma a (i) reduzir a pressão de ar diferencial e (ii) formar um orifício de projeção dentro de uma ou mais da pluralidade de projeções; e resfriando o extrudado fundido e a pluralidade de projeções para formar um filme estruturado que compreende uma porção de filme substancialmente plana que tem primeiras e segundas superfícies principais e uma pluralidade de projeções tubulares estendendo-se a partir de pelo menos a primeira superfície principal.

[0055]No método de produção exemplificador acima de um filme estruturado, a etapa de aproximação pode compreender o estrangulamento do extrudado fundido entre o molde e um cilindro de estrangulamento, sendo que o molde compreende um cilindro de molde. Adicionalmente, a etapa de permissão pode compreender a rotação do cilindro de molde e do cilindro de estrangulamento, de modo que o cilindro de estrangulamento não fique posicionado sobre a superfície externa do extrudado fundido do lado oposto do molde. Em qualquer um dos métodos exemplificadores de produção de filme estruturado, um ou mais parâmetros de processo podem ser ajustados de modo que a etapa de permissão resulte em um orifício de projeção dentro de uma ou mais das projeções tubulares a partir da primeira extremidade da projeção, dentro ou através da porção do filme substancialmente plana. Os parâmetros de processo que podem ser ajustados incluem, mas não se limitam a composição do extrudado, temperatura de extrudado, temperatura do molde, velocidade do molde, profundidade dos orifícios do molde, espessura da lâmina de extrudado fundido, ou qualquer combinação dos mesmos.

[0056]Em outros métodos exemplificadores de produção de um filme estruturado, um ou mais parâmetros de processo podem ser ajustados de modo que a etapa de permissão resulta em um orifício de projeção dentro de uma ou mais projeções tubulares que se estendem a partir da primeira extremidade da projeção até dentro ou através da porção do filme substancialmente plana, de modo a formar uma porção de bolha em comunicação fluida com o orifício da projeção. Nesta modalidade, a porção de bolha pode ser posicionada (i) dentro da porção do filme substancialmente plana, (ii) abaixo da segunda superfície principal da porção do filme substancialmente plana, ou (iii) tanto em (i) como em (ii). Os parâmetros de processo que podem ser ajustados para formar uma porção de bolha incluem, mas não se limitam a composição do extrudado, temperatura de extrudado, temperatura do molde, velocidade do molde, profundidade dos orifícios do molde, espessura da lâmina de extrudado fundido, ou qualquer combinação dos mesmos.

[0057]Em algumas modalidades em que a porção de bolha é formada dentro de

uma ou mais projeções tubulares, o método para fabricação de um filme estruturado pode compreender, ainda, abertura da porção de bolha de modo a fornecer uma abertura estendendo-se completamente através de uma ou mais das projeções tubulares. A etapa de abertura da porção de bolha pode compreender a remoção de uma ponta da porção de bolha (por exemplo, corte uma ponta de uma superfície inferior da porção de bolha), perfurando a porção de bolha (por exemplo, com uma agulha ou outro objeto afiado), pressionando o orifício da projeção, aquecendo ou tratando com chama a ponta da porção de bolha ou qualquer combinação das etapas de abertura descritas acima.

[0058]Em outros métodos de preparo exemplificadores de um filme estruturado, um ou mais parâmetros de processo são ajustados de forma a permitir que a etapa resulte em um orifício de projeção dentro de uma ou mais projeções tubulares que se estende de uma primeira extremidade da projeção através da porção de filme substancialmente plana de forma a fornecer uma abertura estendendo-se através de uma ou mais projeções tubulares (por exemplo, sem a necessidade da etapa de abertura descrita acima). Novamente, os parâmetros de processo que podem ser ajustados para formar uma abertura que estende-se completamente através de uma ou mais projeções tubulares incluem, mas não se limitam a, composição do extrudado, temperatura de extrudado, temperatura do molde, velocidade do molde, profundidade dos orifícios do molde, espessura da lâmina de extrudado fundido, ou qualquer combinação dos mesmos.

[0059]Em ainda outros métodos exemplificadores de produção de um filme estruturado, um ou mais dos parâmetros de processo mencionados acima podem ser ajustados de modo que a etapa de permissão resulte em uma ou mais projeções tubulares que se estendem acima da primeira superfície principal do filme estruturado até abaixo da segunda superfície principal do filme estruturado. Nesta modalidade, o método pode compreender, ainda, após a etapa de resfriamento, remoção de pelo menos uma porção do material termoformado abaixo da segunda superfície externa do filme estruturado, se necessário, de modo a fornecer uma abertura estendendo-se completamente através de uma ou mais projeções tubulares do filme estruturado, a

partir da primeira extremidade da projeção acima da primeira superfície principal até a segunda extremidade da projeção abaixo da segunda superfície principal. Nesta modalidade, o método pode compreender, também, uma etapa opcional, sendo que todo o material termoformado situado abaixo da segunda superfície principal do filme estruturado é substancialmente removido, de modo que o filme estruturado compreenda uma pluralidade de projeções tubulares apenas ao longo da primeira superfície principal do filme estruturado.

[0060] Em uma modalidade desejada, o método para fabricação de um filme estruturado compreende as etapas de extrusão de extrudado fundido a partir de uma matriz em um estrangulamento formado entre um cilindro de molde rotativo e um cilindro de estrangulamento de molde; forçando uma porção do extrudado fundido em uma pluralidade de orifícios localizados no cilindro de molde rotativo resultando em (i) uma pressão de ar diferencial entre uma pressão de ar mais alta dentro de um ou mais orifícios do cilindro de molde rotativo e uma pressão de ar menor em uma superfície externa do extrudado fundido oposto ao cilindro de molde rotativo, e (ii) formação de uma pluralidade de projeções ao longo de uma superfície extrudada fundida; girando a estampagem e os cilindros de estrangulamento de modo a permitir que o ar dentro de um ou mais orifícios do cilindro de molde rotativo para mover para frente da superfície externa do extrudado fundido oposto ao cilindro de molde rotativo de modo a formar um orifício de projeção dentro de uma ou mais da pluralidade das projeções; e resfriamento do extrudado fundido e a pluralidade de projeções a uma temperatura abaixo da temperatura de amaciamento do extrudado fundido e pluralidade das projeções. Este método exemplificador pode ser realizado usando-se um aparelho como o aparelho exemplificador 30 mostrado na figura 3.

[0061] Conforme mostrado na Figura 3, o aparelho exemplificador 30 compreende um conjunto de matriz 31 a partir do qual o extrudado fundido 32 sai. O extrudado fundido 32 vai para o ponto P_A , onde o extrudado fundido 32 passou entre o cilindro de estrangulamento 33 rodando em uma primeira direção, conforme observado pela seta A_1 , e o cilindro de molde 34 rodando em uma direção oposta, conforme observado pela seta A_2 . No ponto P_A , o cilindro de

estrangulamento 33 forçou uma porção do extrudado fundido 32 para dentro dos orifícios (não mostrados) de uma superfície externa 39 do cilindro de molde 34. A superfície externa 38 do cilindro de estrangulamento 33 é tipicamente liso e é, opcionalmente, revestido com um material de liberação (por exemplo, silicone ou PTFE). Conforme o extrudado fundido 32 preenche os orifícios (não mostrados) na superfície externa 39 do cilindro de molde 34, devido à força da superfície externa 38 do cilindro de estrangulamento 33, a pressão de ar dentro dos orifícios individuais (não mostrados) aumenta, formando uma pressão de ar diferencial entre uma pressão de ar mais alta dentro dos orifícios individuais (não mostrados) e uma pressão de ar mais baixa na superfície externa 36 do extrudado fundido 32, oposto ao cilindro de molde 34.

[0062] À medida que o cilindro de estrangulamento 33 e o cilindro de molde 34 giram, a superfície externa 38 do cilindro de estrangulamento 33 é deslocada da superfície externa 36 do extrudado fundido 32, permitindo que o ar dentro dos orifícios individuais (não mostrados) mova-se através do extrudado fundido dentro dos orifícios individuais (não mostrado) para a superfície externa 36 do extrudado fundido 32 (isto é, para a pressão de ar menor). Perto do ponto P_B , o extrudado fundido dentro dos orifícios individuais (não mostrados) da superfície externa 39 do cilindro de molde 34 começa a endurecer. Acredita-se que o extrudado fundido adjacente à superfície externa 39 do cilindro de molde 34 e as superfícies da parede lateral do orifício endurecem antes da porção central do extrudado fundido, num local central dos orifícios individuais. Conforme o extrudado fundido 32 se move do ponto P_B para o ponto P_C , junto com a superfície externa 39 do cilindro de molde 34, o movimento do ar descrito acima faz com que um orifício se desenvolva dentro do extrudado fundido, que se move rapidamente em direção à superfície externa 36 do extrudado fundido 32. Conforme descrito acima, o movimento do ar pode resultar em (i) um orifício estendendo-se dentro ou através da porção substancialmente plana do extrudado fundido 32, (ii) uma bolha formada no interior da e/ou abaixo da porção substancialmente plana do extrudado fundido 32, (iii) um orifício estendendo-se completamente através da porção substancialmente plana do extrudado fundido 32, (iv) uma segunda extremidade da projeção abaixo da segunda superfície principal da porção substancialmente plana do extrudado fundido

32, ou (v) qualquer combinação de (i) a (iv).

[0063]Perto do ponto P_C , o extrudado fundido 32 e as projeções tubulares 12 formadas no mesmo são substancialmente endurecidos. Conforme o extrudado fundido 32 com as projeções tubulares 12 no mesmo se move ao longo da superfície externa 39 do cilindro de molde 34, a superfície externa 36 do extrudado fundido substancialmente endurecido 32 entra em contato com a superfície externa 40 do cilindro de remoção 33 rodando na direção conforme indicado pela seta A_3 . No ponto P_D , o extrudado fundido substancialmente endurecido 32 se separa da superfície externa 39 do cilindro de molde 34 e se dirige para a direção conforme indicado pela seta A_4 , ao longo da superfície externa 40 do cilindro de remoção 33, resultando em um filme estruturado 37 contendo projeções tubulares 12 na mesma.

[0064]Os métodos exemplificadores apresentados para produção de filmes estruturados da presente invenção podem ser usados para formar filmes estruturados que compreendem qualquer um dos materiais poliméricos e aditivos opcionais mencionados acima. Tipicamente, a etapa do método de termoformação envolve a extrusão de massa fundida de um material termoformável formador de filme a uma temperatura na faixa de cerca de 120 °C a cerca de 370 °C.

[0065]Os métodos apresentados de preparação de filmes estruturados da presente invenção podem produzir filmes estruturados que têm relativamente amplas razões de profundidade de orifício/diâmetro do orifício. Por exemplo, em uma modalidade exemplificadora, os métodos apresentados são capazes de produzir filmes estruturados, sendo que pelo menos uma porção das projeções tubulares tem uma razão de comprimento do orifício de projeção para o diâmetro do orifício de projeção de pelo menos cerca de 1:1. Em outras modalidades exemplificadoras, os métodos apresentados são capazes de produzir filmes estruturados, sendo que pelo menos uma porção das projeções tubulares tem uma razão entre o comprimento do orifício de projeção e o diâmetro do orifício da projeção de pelo menos cerca de 3:1, e tanto quanto 5:1 ou mais.

[0066]Adicionalmente, a habilidade de se fornecer uma porção do filme substanci-

almente plana relativamente fino permite a formação de filme de gramatura mais baixa, que pode ser vantajosa em aplicações baseadas em peso. Uma gramatura mais baixa para os filmes estruturados da presente invenção também se traduz como menor uso de matérias-primas e custos de produção mais baixos. Os métodos apresentados são capazes de produzir filmes estruturados, sendo que pelo menos uma porção das projeções tubulares têm uma razão entre o comprimento do orifício da projeção e a espessura da porção de filme de pelo menos cerca de 1,1:1 e, em algumas modalidades, a razão entre o comprimento do orifício da projeção e a espessura da porção de filme é de pelo menos cerca de 5:1 e, em algumas modalidades, a razão entre o comprimento do orifício da projeção e a espessura da porção de filme é de pelo menos cerca de 10:1 ou mais.

[0067]Os métodos apresentados de preparação de filmes estruturados podem usar uma estampagem de modo a produzir projeções tubulares que têm um comprimento da projeção, L , conforme descrito acima. Por exemplo, um molde adequado pode compreender uma pluralidade de orifícios em uma superfície externa do molde, sendo que os orifícios têm uma profundidade média do orifício do molde de até cerca de 1,5 cm (588 mil). Em outras modalidades, um molde adequado pode compreender orifícios contendo uma profundidade média do orifício do molde de cerca de 27,9 μm (1,1 mil) a cerca de 3,0 mm (117 mil), e, em outras modalidades, uma profundidade média do orifício do molde de cerca de 747 μm (29,4 mil) a cerca de 1,5 mm (58,8 mil).

[0068]Os moldes adequados podem, também, ter orifícios nos mesmos, sendo que os orifícios têm um ou mais formatos de orifício em seção transversal, de modo a formar projeções tubulares contendo um formato em seção transversal desejado. Os formatos de orifício em seção transversal adequados incluem, mas não se limitam a um círculo, um oval, um polígono, um quadrado, um triângulo, um hexágono, um formato multilobulado, ou qualquer combinação dos mesmos.

[0069]Além disso, as estampagens adequadas podem ter qualquer densidade desejada de orifícios ao longo de uma superfície externa da estampagem (por exemplo, na

superfície externa 59 do cilindro de molde 54). Por exemplo, um molde pode ter uma densidade de orifício de até cerca de 1.000 orifícios/cm² da área superficial externa do molde. Tipicamente, o molde tem uma densidade de orifício situada na faixa de cerca de 10 orifícios/cm² a cerca de 300 orifícios/cm² da área superficial externa do molde.

[0070]Os compósitos acústicos da invenção compreendem material de barreira acústica. O material de barreira acústica altera a absorção de frequência na faixa de frequências menor e também fornece perda de transmissão aumentada. Em algumas modalidades, o substrato resistivo de fluxo tem um material de barreira acústica ligado a pelo menos uma porção de pelo menos uma de suas superfícies principais. Em algumas modalidades, o material de barreira acústica é ligado a ambas as superfícies principais do substrato resistivo de fluxo. Para uso na presente invenção, o termo “ligado” inclui meios químicos e mecânicos para acusticamente acoplar (isto é, união e prender) o material de barreira acústica ao substrato. Em outras modalidades, o material de barreira acústica é distribuído dentro do substrato resistivo de fluxo (isto é, o material de barreira acústica está “dentro” do filme).

[0071]Os materiais de barreira acústica para uso nos compósitos acústicos da invenção têm uma densidade maior que cerca de 1 g/cm³ (de preferência maior que cerca de 2 g/cm³; com mais preferência maior que cerca de 4 g/cm³). Os materiais de barreira acústica adequados incluem, por exemplo, metais, ligas metálicas, óxidos metálicos, vidro, silicatos, minerais, sulfuretos, argila, betume, carbonato de cálcio, sulfato de bário, polímeros carregados, e similares.

[0072]O material de barreira acústica pode estar em qualquer forma útil. Por exemplo, a barreira acústica pode ser uma partícula, grânulo ou microesfera. Nos compósitos acústicos nos quais o material de barreira acústica está sobre a superfície do substrato resistivo de fluxo, o material de barreira acústica pode também, por exemplo, ser uma camada contínua de massa que compreende orifícios (isto é, uma “camada contígua”) como um laminado metálico que compreende orifícios. De preferência, o material de barreira acústica é selecionado do grupo que consiste em partículas de metal, partículas de vidro e combinações dos mesmos; com mais

preferência, a barreira acústica é uma partícula de aço ou uma partícula de vidro.

[0073]Em uma modalidade da invenção, o material de barreira acústica é uma camada que compreende um polímero como, por exemplo, borracha classe M etileno-propileno dieno (EPDM), etileno - acetato de vinila (EVA), ou polímeros à base de olefina preenchido com partículas que têm densidade mais alta do que o polímero. Partículas de enchimento adequadas podem compreender qualquer dos materiais descritos acima como materiais de barreira acústica adequados. As partículas de enchimento têm uma densidade maior que cerca de 1 g/cm^3 (de preferência, maior que cerca de 2 g/cm^3 ; com mais preferência, maior que cerca de 4 g/cm^3). Exemplos de partículas de enchimento preferenciais incluem carbonato de cálcio, sulfato de bário, e outras partículas à base de minerais com uma densidade maior que cerca de 1 g/cm^3 . A densidade do polímero com as partículas de enchimento é tipicamente de cerca de $0,07 \text{ g/cm}^2$ a cerca de $0,73 \text{ g/cm}^2$ (cerca de $0,15 \text{ lb/pés}^2$ a cerca de $1,5 \text{ lb/pés}^2$).

[0074]Uma camada de material de barreira acústica (incluindo, mas não se limitando a camadas de material de barreira acústica poliméricas contendo partículas de enchimento) pode compreender orifícios ou perfurações. Os orifícios ou perfurações podem ser em qualquer formato mas têm de preferência formatos relativamente circulares. De preferência, têm um diâmetro de cerca de 3 mm a cerca de 20 mm e são cerca de 10 a cerca de 300 vezes maiores em diâmetro do que o filme plano microperfurado descrita acima. A porosidade, ou a porcentagem de área aberta, desta camada de material de barreira acústica situa-se, tipicamente, na faixa de cerca de 10% a cerca de 60%. Pela adição de orifícios ou perfurações à camada de material de barreira acústica, seu peso base pode ser reduzido, por exemplo, em cerca de 10% a cerca de 50%.

[0075]Os compósitos acústicos conhecidos como “barreira vazada” podem ser feitos por adesão (por exemplo, laminação) da camada de material de barreira acústica descrita acima que compreende orifícios ou perfurações em um substrato resistivo de fluxo. Mediante a variação da porosidade da camada de material de barreira acústica, a porosidade como um todo do compósito acústico pode variar. A porosidade do compósito acústico é portanto uma

função da porosidade da camada de material de barreira acústica multiplicada pela porosidade do substrato resistivo de fluxo. De preferência, a porosidade do compósito acústico de barreira vazada é de cerca de 0,06% a cerca de 50% (com mais preferência, de cerca de 0,06% a cerca de 30%; com mais preferência ainda, de cerca de 0,06% a cerca de 10%).

[0076]Ao projetar um compósito acústico para uma aplicação particular, um elemento versado na técnica pode escolher materiais de barreira acústica adequados com o uso dos princípios conhecidos da Lei de Massa.

[0077]O material de barreira acústico pode ser ligado ao substrato resistivo de fluxo com o uso de qualquer ligante adequado. Exemplos de ligantes adequados incluem resinas termoplásticas como copolímero de etileno/ácido acrílico, polietileno e ácido poli(etilmetilacrílico); adesivos de acrílico sensíveis à pressão que cura em um estado não-pegajoso; e ligantes endurecidos por calor que têm um estado pegajoso como resinas epóxi, fenólicos e poliuretanos. De preferência, o ligante é um ligante epóxi.

[0078]O ligante é tipicamente preparado a partir de um precursor de ligante que pode ser curado. O precursor de ligante que pode ser curado pode compreender material endurecido por calor e/ou material termoplástico orgânico, embora isso não seja um requisito. De preferência, o precursor de ligante é capaz de ser curado por energia de radiação ou energia térmica. As fontes de energia de radiação incluem energia de feixe de elétrons, luz ultravioleta, luz visível, e luz de laser. Se luz ultravioleta ou visível for utilizada, um fotoiniciador pode ser utilizado.

[0079]Os precursores úteis de ligante curáveis por endurecimento por calor incluem, por exemplo, resinas fenólicas, resinas de poliéster, resinas de copoliéster, resinas de poliuretano, resinas de poliamida, e misturas das mesmas. Os precursores de ligante endurecidos por calor ativados por temperatura úteis incluem resinas contendo formaldeído como fenol formaldeído, fenólicos novolaca (de preferência aqueles com agentes de reticulação adicionados), fenoplásticos adicionados, e aminoplásticos; resinas de poliéster insaturadas; resinas de éster vinila; resinas de alquila, resinas de alila; resinas de furano; epóxis; poliuretano, ésteres de cianato; e poliidmidas. Os precursores de ligante úteis que

são capazes de ser curados por energia de radiação incluem uretanos acrilados, epóxis acrilados, compostos etilenicamente insaturados, derivados de aminoplástico que têm grupos acrilato pendentes, derivados de isocianato que têm pelo menos um grupo acrilato pendente, éteres de vinila, resinas epóxi, e combinações dos mesmos.

[0080] Os precursores de ligante curáveis termoplásticos incluem resinas de poliolefina como polietileno e polipropileno; resinas de poliéster e copoliéster; resinas de vinila como copolímeros de cloreto de polivinila e cloreto de vinila-acetato de vinila; butiral polivinila; acetato de celulose; resinas acrílicas incluindo copolímeros poliacrílicos e acrílicos como copolímeros de acrilonitrila-estireno; e poliamidas, co-poliamidas, e combinações das mesmas

[0081] O material de barreira acústica pode ser misturado com um ligante (ou precursor de ligante) e, então, adicionado a uma superfície do substrato resistivo de fluxo. Alternativamente, um ligante (ou precursor de ligante) pode primeiramente ser revestido no substrato resistivo de fluxo e, então, o material acústico pode ser adicionado ao substrato revestido. Em qualquer caso, o ligante pode ser dotado de um padrão em qualquer padrão desejado (por exemplo, um padrão de ponto ou de listras). Um padrão pode ser obtido, por exemplo, pela aplicação do ligante (ou precursor de ligante) através de orifícios de gravação ou uma tela. O ligante (ou precursor de ligante) pode também ser revestido no substrato resistivo de fluxo com o uso de serigrafia rotativa, revestimento por cilindro, revestimento por matriz, colocação mecânica de aglomerados, ou por quaisquer meios conhecidos na técnica. Tipicamente, o material de barreira acústica e o ligante junto com a cobertura entre cerca de 20% e cerca de 99,98% da superfície principal do substrato resistivo de fluxo (de preferência entre cerca de 20% e cerca de 99,5%).

[0082] Em modalidades nas quais o material de barreira acústica está distribuído dentro do substrato resistivo de fluxo, o material polimérico que compreende o material de barreira acústica pode ser extrudado, calandrado e/ou prensado. O método da patente U. S. nº 4.486.200 (Heyer et al.) pode também ser usado para fazer compósitos acústicos com material de barreira distribuído com o substrato resistivo de fluxo. Os compósitos acústicos

da invenção tipicamente têm uma porosidade entre cerca de 0,002% e cerca de 50% (de preferência, entre cerca de 0,5% e cerca de 50%; com mais preferência entre cerca de 0,5% e cerca de 15%). A porosidade do compósito acústico é uma função da porosidade do substrato resistivo de fluxo (nu) e a cobertura do ligante e material de barreira acústico.

[0083]O elemento versado na técnica apreciará que inúmeras variáveis precisam ser consideradas quando projetar um compósito acústico ou sistema de compósito acústico. As variáveis chave que podem afetar a absorção acústica e a perda de transmissão incluem a massa do filme acústico e o fluxo resistivo do filme perfurado. O fluxo resistivo ou a porosidade do filme tem o maior efeito sobre as características de absorção de um sistema acústico. A massa do sistema tem o maior efeito sobre a perda de transmissão. Em geral como os diâmetros dos orifícios/porosidade aumentam (e deste modo o fluxo resistivo diminuem), a curva de absorção mudará para absorção de frequência mais alta e se ampliará na faixa de frequências. À medida que os diâmetros dos orifícios/porosidade diminuem (e deste modo o fluxo resistivo aumenta), a curva de absorção mudará para frequências mais baixas e uma faixa mais estreita na absorção de frequência. A perda de transmissão será diretamente afetada pela Lei da massa. A perda da transmissão aumenta à medida que a massa dos filmes aumenta. A massa também afetará a absorção pela alteração da curva de absorção para frequências mais baixas quando a massa do sistema aumenta.

[0084]Os materiais selecionados ao projetar um sistema de compósito acústico podem também afetar as propriedades não-acústicas. Dependendo dos materiais acústicos, os compósitos acústicos da invenção podem fornecer uma ou mais das seguintes propriedades: frequência de rádio, transferência de calor, reflexão de calor, condutividade (elétrica, térmica ou luz), não-condutividade (elétrica, térmica ou luz), ondas eletromagnéticas, reflexão de luz ou transmissão, retardante de chama, flexibilidade ou expansibilidade.

[0085]Os compósitos acústicos da invenção podem compreender uma ou mais camadas opcionais. As camadas adicionais adequadas incluem, mas não se limitam a, uma camada de tecido (por exemplo, panos tecidos, não-tecidos, e de malha); uma cama-

da de papel; uma camada contendo cor (por exemplo, uma camada impressa); uma camada de fibra de sub-mícron como aquelas apresentadas nos pedidos de patente U. S. nº serial. 60/728.230; espumas; camadas de partículas; camadas de folha metálica; filmes; camadas de pano decorativas; membranas (isto é, filmes com permeabilidade controlada, como membranas de diálise, membranas de osmose reversa, etc.); enredamento; malha; redes de fios e tubulação; ou uma combinação dos mesmos.

[0086] Nas modalidades dos compósitos acústicos da invenção na qual o substrato resistivo de fluxo compreende projeções tubulares, a uma ou mais camadas adicionais podem estar presentes (i) em e/ou em contato com extremidades de projeção tubular estendendo-se acima da primeira superfície principal da porção de filme substancialmente plana do filme estruturado (por exemplo, primeiras extremidades da projeção), (ii) em e/ou em contato com as extremidades de projeção tubular estendendo-se abaixo da segunda superfície principal da porção de filme substancialmente plana (por exemplo, segundas extremidades de projeção), (iii) em e/ou em contato com a segunda superfície principal da porção de filme substancialmente plana (por exemplo, segunda superfície principal), (iv) ambos (i) e (ii), ou (v) ambos (i) e (iii).

[0087] Os compósitos acústicos da invenção podem ser dispostos próximos à superfície de reflexão para definir uma cavidade entre os mesmos. A cavidade pode ser puramente um vão de ar ou pode compreender, por exemplo, um material não-tecido. A profundidade da cavidade tipicamente dependerá da faixa de frequências na qual o compósito acústico será utilizado. O aumento da profundidade da cavidade, por exemplo, muda a curva de frequência para absorção para frequências mais baixas. Em geral, entretanto, a profundidade da cavidade variará de cerca de 0,3 cm (1/8 polegada) a cerca de 15 cm (6 polegadas) (de preferência, cerca de 0,3 cm (1/8 polegada) a cerca de 2,5 cm (1 polegada)).

[0088] O compósito acústico pode ser disposto próximo à superfície reflexiva de inúmeras maneiras. Por exemplo, o compósito acústico pode ser fixado a uma estrutura que inclui a superfície reflexiva. Nesse caso, o compósito acústico pode ser fixado em suas bordas e/ou seu interior. O compósito acústico pode também ser pendurado, similar-

mente a um caimento, de uma estrutura próxima a uma superfície de reflexão. Uma estrutura de espaçamento (por exemplo, uma estrutura de colméia) pode ser colocada entre o compósito acústico e a superfície de reflexão.

[0089]A superfície reflexora pode ser, por exemplo, uma superfície de um automóvel (por exemplo, uma capota de automóvel, painel ou superfície da parte inferior), uma parede ou teto ou construção, uma janela, ou similares. A superfície de reflexão também poderia ser uma placa de metal ou um filme de suporte.

[0090]Para algumas aplicações como, por exemplo, aplicações sob o carpete de automóveis, o compósito acústico pode ser fornecido como parte de uma construção em camadas que compreende uma camada de carpete, o compósito acústico e uma camada de não-tecido. De preferência, a camada de não-tecido compreende tecido barato (por exemplo, material fibroso produzido a partir de recortes de tecido ou retalhos de trapos). A construção em camadas pode compreender adicionalmente uma placa de metal. Frequentemente, a placa de metal é uma parte integral do automóvel. Tais construções em camadas fornecem bom desempenho acústico em um sistema de peso relativamente leve.

[0091]Os compósitos acústicos (e sistemas contendo os compósitos acústicos) da invenção podem ser usados em uma variedade de aplicações. Eles são particularmente úteis nas aplicações acústicas como absorção de som e aplicações de barreira de som. Em uma modalidade exemplificadora, um método de uso de compósito acústico compreende um método para fornecer absorção acústica e perda de transmissão em uma área, sendo que o método compreende circundar pelo menos uma porção da área com um compósito acústico da invenção. O compósito acústico pode fornecer cerca de 50% ou mais de absorção acústica para frequências na faixa de cerca de 500 Hz (de preferência, de cerca de 400 Hz; com mais preferência de cerca de 250 Hz; com a máxima preferência, de cerca de 100 Hz) a cerca de 4000 Hz. O compósito acústico pode também fornecer perda de transmissão acústica na faixa de cerca de 3 dB a cerca de 30 dB para frequências na faixa de cerca de 500 Hz (de preferência, de cerca de 400 Hz; com mais preferência de cerca de 250 Hz; com a

máxima preferência, de cerca de 100 Hz) a cerca de 4000 Hz.

[0092]Em algumas modalidades, uma área inteira pode ser circundada pelo compósito acústico sozinho ou em combinação com uma ou mais camadas opcionais conforme descrito acima.

[0093]A etapa circundando uma área pode compreender posicionamento do compósito acústico por pelo menos uma porção da área. Em algumas modalidades, a etapa circundante pode compreender posicionamento do compósito acústico ou sistema de compósito em pelo menos uma porção da área. A etapa circundante pode compreender, ainda a etapa de fixação do compósito acústico ou sistema de compósito a um substrato. Qualquer dos métodos de fixação descritos acima pode ser usados para fixar o compósito acústico ou o sistema de compósito a um dado substrato. Os substratos adequados podem incluir, mas não se limitam a, uma parede de uma construção, um teto de uma construção, um material de construção para formação de uma parede ou teto de uma construção, uma folha de metal, um substrato vítreo, uma porta, uma janela, um componente do veículo, um componente de maquinário, um dispositivo eletrônico (por exemplo, impressoras, discos rígidos, etc.), ou um componente de eletrodoméstico.

[0094]Em outras modalidades da presente invenção, um método de uso do compósito acústico compreende um método para fornecer absorção acústica e perda de transmissão entre um objeto de gerador de som e uma área. Neste método exemplificador, o método pode compreender fornecer um compósito acústico entre o objeto de geração de som e a área. O compósito acústico pode fornecer cerca de 50% ou mais de absorção acústica para as frequências na faixa de cerca de 500 Hz (de preferência, de cerca de 400 Hz; com mais preferência de cerca de 250 Hz; com a máxima preferência, de cerca de 100 Hz) a cerca de 4000 Hz. O compósito acústico pode também fornecer perda de transmissão acústica na faixa de cerca de 3 dB a cerca de 30 dB para frequências na faixa de cerca de 500 Hz (de preferência, de cerca de 400 Hz; com mais preferência de cerca de 250 Hz; com a máxima preferência, de cerca de 100 Hz) a cerca de 4000 Hz.

[0095]O objeto que produz som pode ser qualquer objeto que gera som incluindo, mas não se limitando a um motor de veículo, uma peça de maquinário, um motor ou outro componente móvel de eletrodoméstico, um dispositivo eletrônico como uma televisão, um animal, etc.

[0096]A área em qualquer dos métodos exemplificadores do uso de um compósito acústico da invenção pode ser qualquer área na qual o som deve ser absorvido e/ou restrito. As áreas adequadas podem incluir, mas não se limitam a, o interior de uma sala; o interior ou outro local de um veículo; uma peça de maquinário; um eletrodoméstico; uma área reduzida de som separada de uma área de escritório ou industrial; um registro de som ou área de reprodução; o interior de um teatro ou sala de concerto; uma sala ou câmara sem eco, analítica ou experimental onde o som seria prejudicial; e protetores de ouvido ou coberturas para orelhas para isolar e/ou proteger os ouvidos do ruído.

[0097]Os compósitos acústicos da presente invenção podem, também, ser usados como uma camada de membrana resistiva em um sistema de carpete. Nesta modalidade, uma ou mais camadas de tecido são fixadas a cada lado do compósito acústico para formar um laminado.

Exemplos

[0098]Os objetivos e vantagens desta invenção são ilustrados, adicionalmente, pelos exemplos a seguir, porém, os materiais e quantidades particulares relatadas nestes exemplos, bem como outras condições e detalhes, não devem ser construídas para limitar desnecessariamente esta invenção.

Exemplos 1 e 2: filme microperfurado com cápsulas SS (exemplo 1) ou cápsulas de vidro (exemplo 2)

Materiais:

1. Um filme microperfurado com uma espessura de 0,51 mm (ou 20 mil) com orifícios perfurados com um diâmetro médio de 0,13 mm (ou 5 mil) de microperfuração (121 orifícios/cm³ (780 orifícios/polegada³)) foi feita essencialmente conforme descrito na paten-

te U. S. nº. 6,617,002 (Wood).

2. Resina epóxi (Scotch-Weld, DP 100 Fast Cure, disponível junto à 3M Company (St. Paul, Minnesota, EUA)) 50 cc por embalagem

3. Cápsulas, como carga: cápsulas de aço inoxidável, diâmetro: 0,2 mm (ou 8 mil), cápsula de vidro: 0,075 mm (ou 3 mil).

4. Tela de aço inoxidável com a espessura de 0,76 mm (30 mil), com diâmetro do orifício 1,63 mm, densidade do orifício 11 orifício/cm quadrado (74 orifício/polegada quadrada).

5. Acetona, grau solvente

Procedimento:

[0099] Filme microperfurado como um substrato foi preparado com uma solução a 1% de resina epóxi (Scotch-Weld DP 100) solução em acetona. Em seguida, o filme foi seco à temperatura ambiente em capela ventilada por ar por 4 horas. o filme preparado de 17,8 cm (7 polegadas) por 17,8 cm (7 polegadas) foi deixado em uma superfície plana, em seguida coberto por uma tela de metal, que foi tratada para liberação de molde (Rocket Release, E302, Stoner, Inc. (Quarryville, PA, EUA)). Uma mistura de resina epóxi pesando 18 g foi misturado e 140 g de cápsulas de aço inoxidável (ou 80 g de cápsulas de vidro) foi misturada na resina epóxi. Rapidamente após a mistura, a mistura resultante foi colocada sobre a tela de metal e o excedente foi removido com o uso de um raspador. Imediatamente após a mistura ser colocada na tela de metal foi removida do substrato. O filme com o metal/epóxi estampado foi adicionalmente curado à temperatura ambiente durante 2 horas antes de processamento adicional. O compósito acústico resultante do exemplo 1 é mostrado na figura 4 com ampliação de 5X.

[00100] À base de cápsulas de vidro: Ganho de peso: 422 g/m²

[00101] À base de cápsulas de aço: Ganho de peso: 1899 g/m²

Os exemplos 3 e 4: Talagarça não-tecido resistiva com cápsulas SS (exemplo 3) de cápsulas de vidro (exemplo 4)

Materiais:

1. Talagarça de não-tecidos, polipropileno 1,5 onça/jarda quadrada SMS de fiação contínua da Kimberly-Clark. Resistência de fluxo de ar é 17 rails.
2. Resina epóxi (Scotch-Weld, DP 100 Fast Cure) 50 cc por embalagem
3. Cápsulas, como carga: Cápsulas de aço inoxidável, diâmetro: 0,2 mm (ou 8 mil), cápsulas de vidro: 0,075 mm (ou 3 mil).
4. Tela de aço inoxidável com a espessura de 0,76 mm (30 mil), com diâmetro do orifício de 1,63 mm, densidade de orifício 74 orifício/polegada quadrada.

Procedimento:

[00102] Amostras de talagarça resistiva de 17,8 cm (7 polegadas) por 17,8 cm (7 polegadas) foram colocadas em uma superfície plana, em seguida coberta pela tela de metal, que foi tratada para liberação de molde (Rocket Release, E302). Uma mistura de resina epóxi pesando 18 g foi misturada e 140 g das cápsulas de aço inoxidável (ou 80 g de cápsulas de vidro) foram misturadas na resina epóxi. Rapidamente após a mistura, a mistura resultante foi colocada sobre uma tela de metal e o excedente foi removido com o uso de um raspador. Imediatamente após a mistura ser colocada, a tela de metal foi removida do substrato. O filme com metal/epóxi estampada foi adicionalmente curado à temperatura ambiente durante 2 horas antes de qualquer processamento adicional.

[00103] À base de cápsulas de vidro: Ganho de peso: 791 g/m²

[00104] À base de cápsulas de aço: Ganho de peso: 1793 g/m²

Exemplos 5 – 7: Filme microperfurado laminado com borracha EPDM

Materiais:

1. Filme microperfurado com a espessura de 0,51 mm com orifícios com um diâmetro médio de 0,13 mm feita conforme descrito na patente U. S. nº 6.617.002.
2. Folha de borracha de EPDM (monômero de etileno propileno dieno) com uma espessura de 3,4 mm e um peso base de aproximadamente 4200 - 4300 g/m².
3. Adesivo aplicado por aspersão sensível à pressão, 3M™ Super 77™ ou 3M Hi-Strength 90.

4. Folhas de aço inoxidável (0,305 m x 0,610 m x 0,006 m)

5. Pesos do bloco de aço (9,07 kg)

Procedimento:

[00105]Um círculo com 120 mm de diâmetro foi cortado da folha de borracha EPDM e também do filme microperfurado. Em seguida, 12,7 mm para o exemplo 5 (19,05 mm para o exemplo 6, 6,35 mm para o exemplo 7) orifícios de diâmetro foram perfurados da folha de EPDM usando uma matriz de régua de aço. O número de orifícios situava-se na faixa de 12 orifícios para o exemplo 5 (6 orifícios para o exemplo 6, 40 orifícios para o exemplo 7) e foram simetricamente distribuídas ao redor do centro e dentro de uma área de diâmetro de 100 mm do círculo de borracha EPDM de 120 mm. A porosidade resultante para o exemplo 5 foi aproximadamente 0,07%. A porosidade resultante para o exemplo 6 foi aproximadamente 0,08%. A porosidade resultante para o exemplo 7 foi aproximadamente 0,06%. Então, o círculo de EPDM com orifícios foi aspergido com adesivo aplicado por aspersão. Rapidamente, o filme microperfurado foi colocado no topo da camada de borracha EPDM. O filme microperfurado e borracha EPDM com adesivo sensível à pressão foram, então, colocados entre duas folhas de aço inoxidável, em seguida um peso (aproximadamente 9,07 kg) foi colocado no topo da folha de aço inoxidável por mais de 5 horas.

Exemplo 8: Filme microperfurado laminado com fita

Materiais:

1. O filme microperfurado com espessura de 0,51 mm com orifícios com um diâmetro médio de 0,13 mm feitos conforme descrito na patente U. S. nº 6.617.002.

2. Fita vedante da caixa com adesivo sensível à pressão em um lado, 3M™ Scotch™ 355.

Procedimento:

[00106]Um círculo com 120 mm diâmetro foi cortado do filme microperfurado. Em seguida, aproximadamente 3 a 4 folhas da fita vedante da caixa foram aplicadas no filme microperfurado para cobrir a maior parte da área do filme microperfurado, aproximada-

mente 99,998% da área foi coberta. O lado sensível à pressão foi colocado contra a superfície do filme microperfurado. A porosidade de aproximadamente 0,002% foi colocada em direção ao centro da área do círculo mais interna de 100 mm.

Teste acústico

[00107]Os testes de absorção acústicos foram conduzidos nas amostras dos exemplos 1 – 8 e no filme microperfurado e amostras de talagarça resistiva sem material de barreira acústica (exemplos comparativos 1 e 2). Um equipamento para teste de tubo de impedância da Bruel & Kjaer (Norcross, Georgia, EUA) Modelo 6205 com o uso de um tubo quadrado de 64 mm foi utilizado. Os testes foram realizados pelo Documento ASTM nº 5285. Os resultados do teste do tubo de impedância são mostrados nas figuras 5 – 10.

[00108]Várias modificações e alterações desta invenção se tornarão aparentes aos versados nessas técnicas sem que se divirja do escopo e do espírito da invenção. Deve-se compreender que esta invenção não se destina a ser indevidamente limitada pelas modalidades e exemplos ilustrativos aqui apresentados, e que esses exemplos e modalidades são apresentados apenas a título de exemplo, sendo que o escopo da invenção é destinado a ser limitado apenas pelas reivindicações aqui apresentadas da seguinte forma.

REIVINDICAÇÕES

1. Compósito acústico, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

um substrato resistivo de fluxo (10) que tem um material de barreira acústica sólido ligado a pelo menos uma porção de uma superfície principal do substrato resistivo de fluxo; sendo que o material de barreira acústica tem uma densidade maior que 1 g/cm^3 e o compósito acústico tem uma porosidade entre 0,002% e 50%.

2. Compósito acústico, **CARACTERIZADO** pelo fato de que compreende:

um substrato resistivo de fluxo (10) que tem um material de barreira acústica sólido ligado a pelo menos uma porção de uma superfície principal do substrato resistivo de fluxo com um ligante; sendo que o material de barreira acústica tem uma densidade maior que 1 g/cm^3 e sendo que a barreira e o ligante juntos cobrem entre 20% e 99,998% da superfície principal.

3. Compósito acústico, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o substrato resistivo de fluxo compreende um não-tecido ou um filme micro perfurado (10).

4. Compósito acústico, de acordo com a reivindicação 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o substrato resistivo de fluxo é um filme micro perfurado polimérico (10) que compreende uma pluralidade de micro perfurações (15), sendo que cada uma das micro perfurações tem um diâmetro mais estreito, menor que a espessura do filme e um diâmetro mais largo, maior que o diâmetro mais estreito.

5. Compósito acústico, de acordo com a reivindicação 3, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o substrato resistivo de fluxo (100) é um filme micro perfurado (10) que compreende:

uma porção de filme substancialmente plana (11) que tem uma primeira superfície principal (13), uma segunda superfície principal (14), e uma espessura média da porção de filme; e

uma pluralidade das projeções tubulares (12) estendendo-se a partir da porção de filme

substancialmente plana, sendo que uma ou mais projeções tubulares compreendem um orifício (15).

6. Compósito acústico, de acordo com a reivindicação 5, **CARACTERIZADO** pelo fato de que uma ou mais das projeções tubulares (12) compreendem:

(i) um orifício (15) estendendo-se a partir da primeira extremidade da projeção (16) acima da primeira superfície principal (13), dentro ou através da porção de filme substancialmente plana (11),

(ii) uma parede lateral da projeção (18) cercado pelo menos uma porção do orifício (15), com a parede lateral da projeção (18) contendo uma superfície externa da parede lateral da projeção, uma superfície externa da parede lateral da projeção, e uma espessura da parede lateral da projeção, e

(iii) um comprimento da projeção estendendo-se a partir da primeira extremidade da projeção (16) da primeira superfície principal (13), sendo que a razão entre o comprimento da projeção e a espessura média de porção de filme é de pelo menos 3,5.

7. Compósito acústico, de acordo com a reivindicação 5, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a porção de filme substancialmente plana (11) compreende um material termofórmável e uma ou mais das projeções tubulares (12) compreendem:

(i) um orifício (15) estendendo-se a partir da primeira extremidade da projeção (16) acima da primeira superfície principal (13), dentro ou através da porção do filme substancialmente plana (11),

(ii) uma parede lateral da projeção circundando pelo menos uma porção do orifício (15), a parede lateral da projeção (18) que compreende o material termofórmável e que tem uma superfície de parede lateral da projeção externa, uma superfície de parede lateral da projeção interna e uma espessura de parede lateral da projeção, e

(iii) um comprimento de projeção de extremidade a extremidade estendendo-se a uma distância da primeira extremidade da projeção (16) a uma segunda extremidade da projeção (17) abaixo da segunda superfície principal (14).

8. Compósito acústico, de acordo com a reivindicação 5, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a porção de filme substancialmente plana (11) compreende um material termoformável e sendo que pelo menos uma porção das projeções tubulares compreende:

(i) um orifício (15) estendendo-se a partir de uma primeira extremidade da projeção (16) acima da primeira superfície principal (13) para ou através da porção de filme plana (11) para uma segunda extremidade da projeção (17) abaixo da porção de filme plana fornecendo uma abertura através do filme estruturado,

(ii) uma parede lateral da projeção (18) circundando pelo menos uma porção do orifício (15), a parede lateral da projeção que compreende o material termoformável e que tem uma superfície de parede lateral da projeção externa, uma superfície de parede lateral da projeção interna e uma espessura de parede lateral da projeção, e

(iii) um comprimento de projeção de extremidade a extremidade estendendo-se a uma distância da primeira extremidade da projeção (16) à segunda extremidade da projeção (17).

9. Compósito acústico, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, **CARACTERIZADO** pelo fato de que o material de barreira acústica compreende partículas selecionadas do grupo consistindo em partículas de metal, partículas de vidro, e combinações das mesmas.

10. Método para fornecer absorção acústica e perda de transmissão em uma área circundando pelo menos uma porção da área com um compósito acústico ou um sistema de compósito acústico como definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 9, **CARACTERIZADO** pelo fato de que para as frequências na faixa de 100 Hz a 4000 Hz, o compósito acústico fornece perda de transmissão acústica na faixa de 3 dB a 30 dB, e pelo menos 50% absorção acústica.

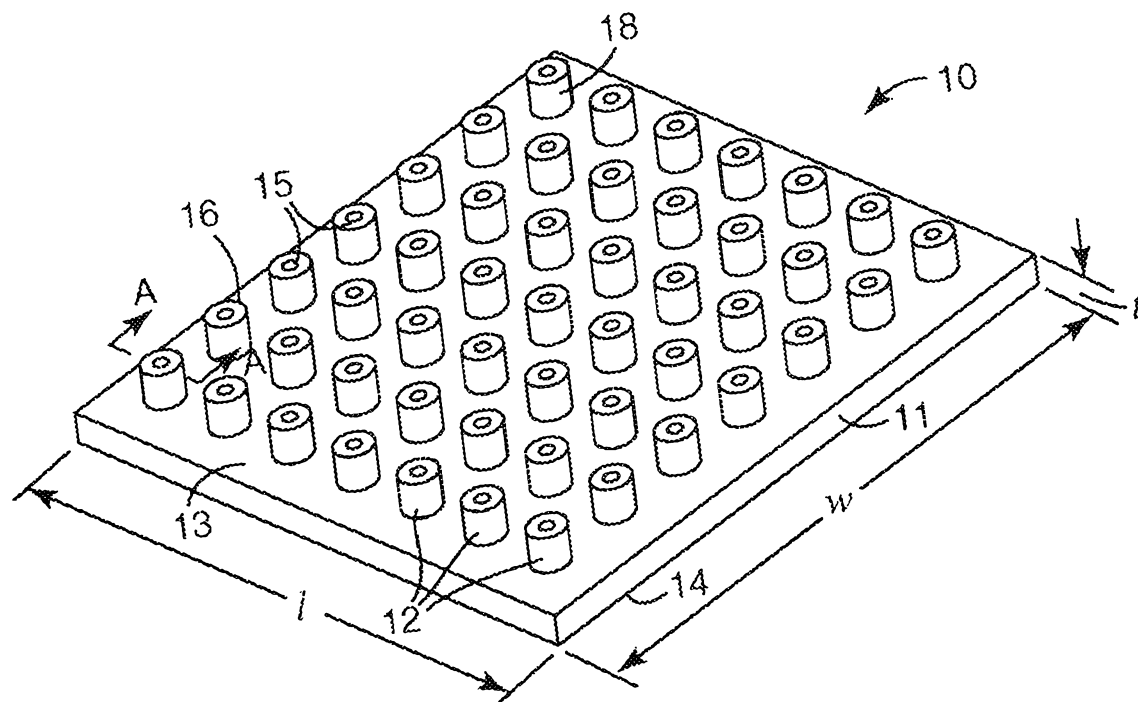


Fig. 1

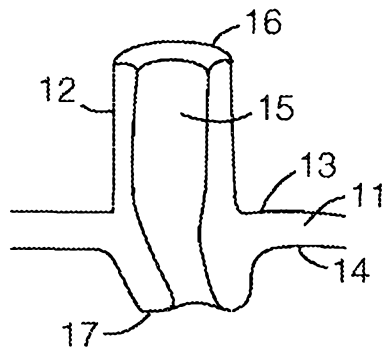


Fig. 2A

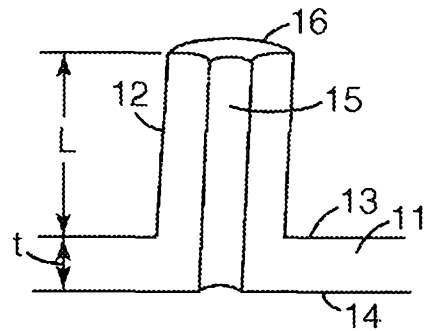


Fig. 2B

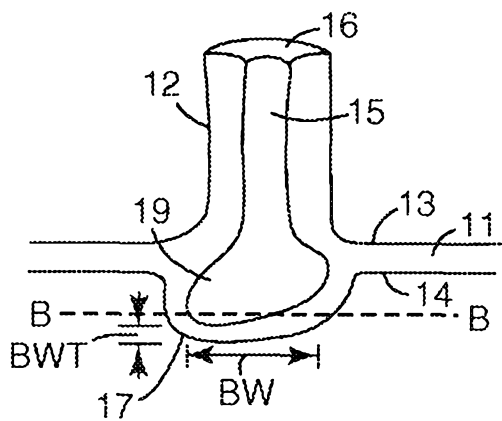


Fig. 2C

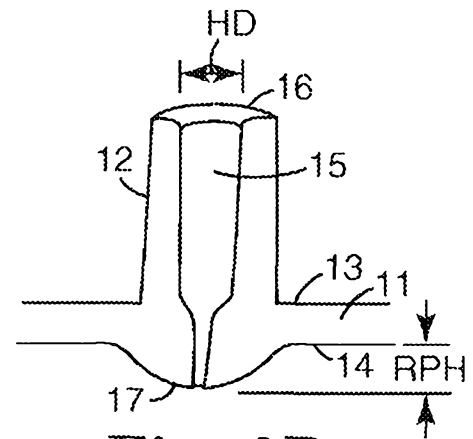


Fig. 2D

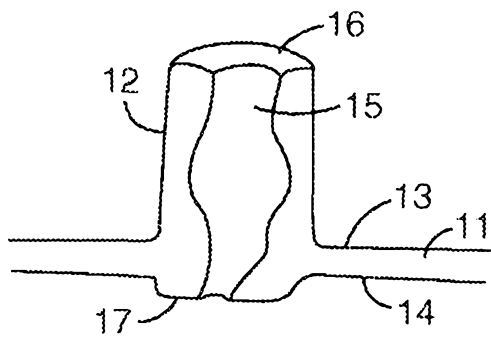


Fig. 2E

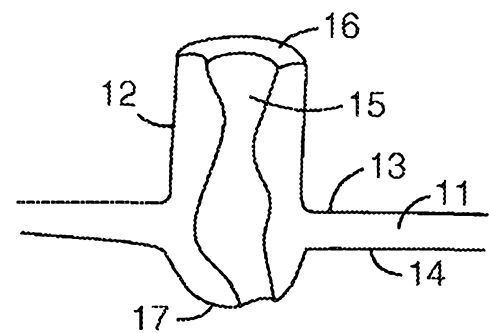


Fig. 2F

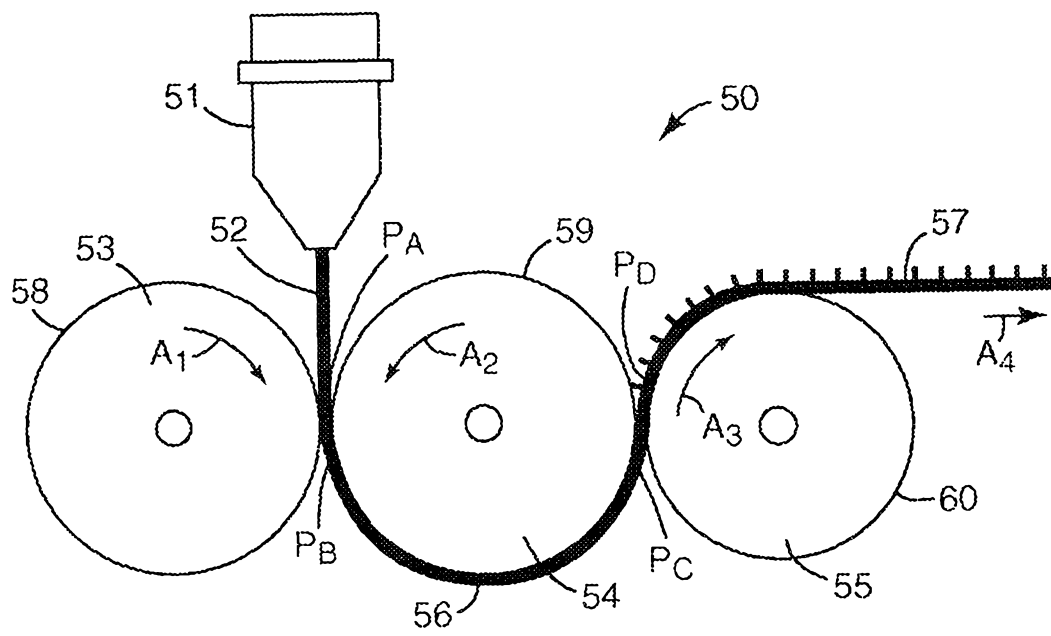


Fig. 3

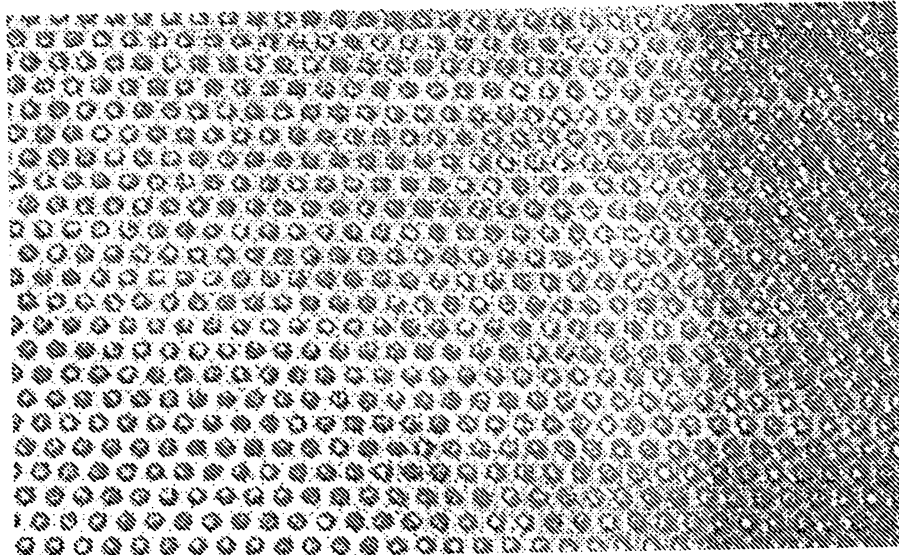
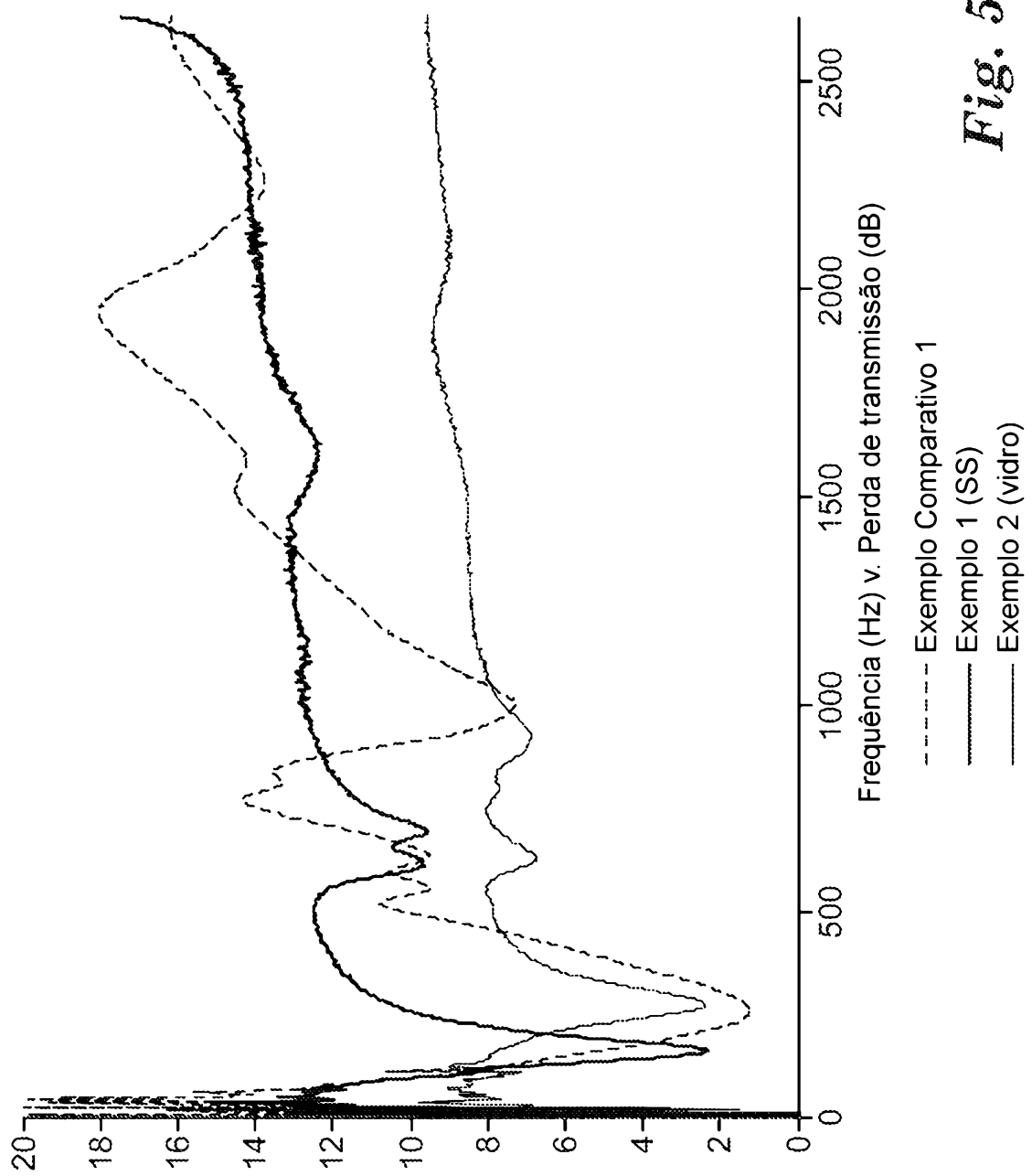
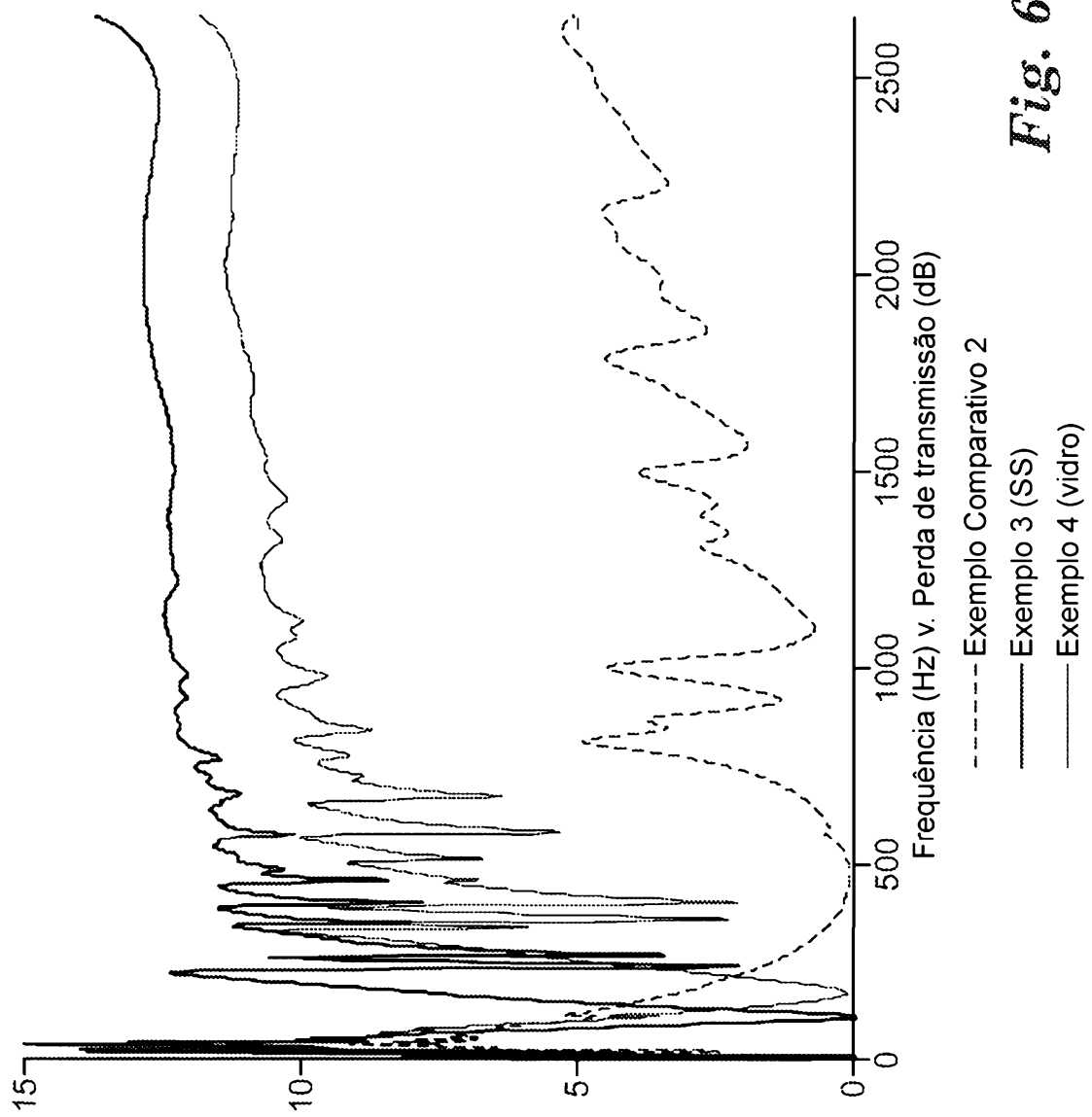
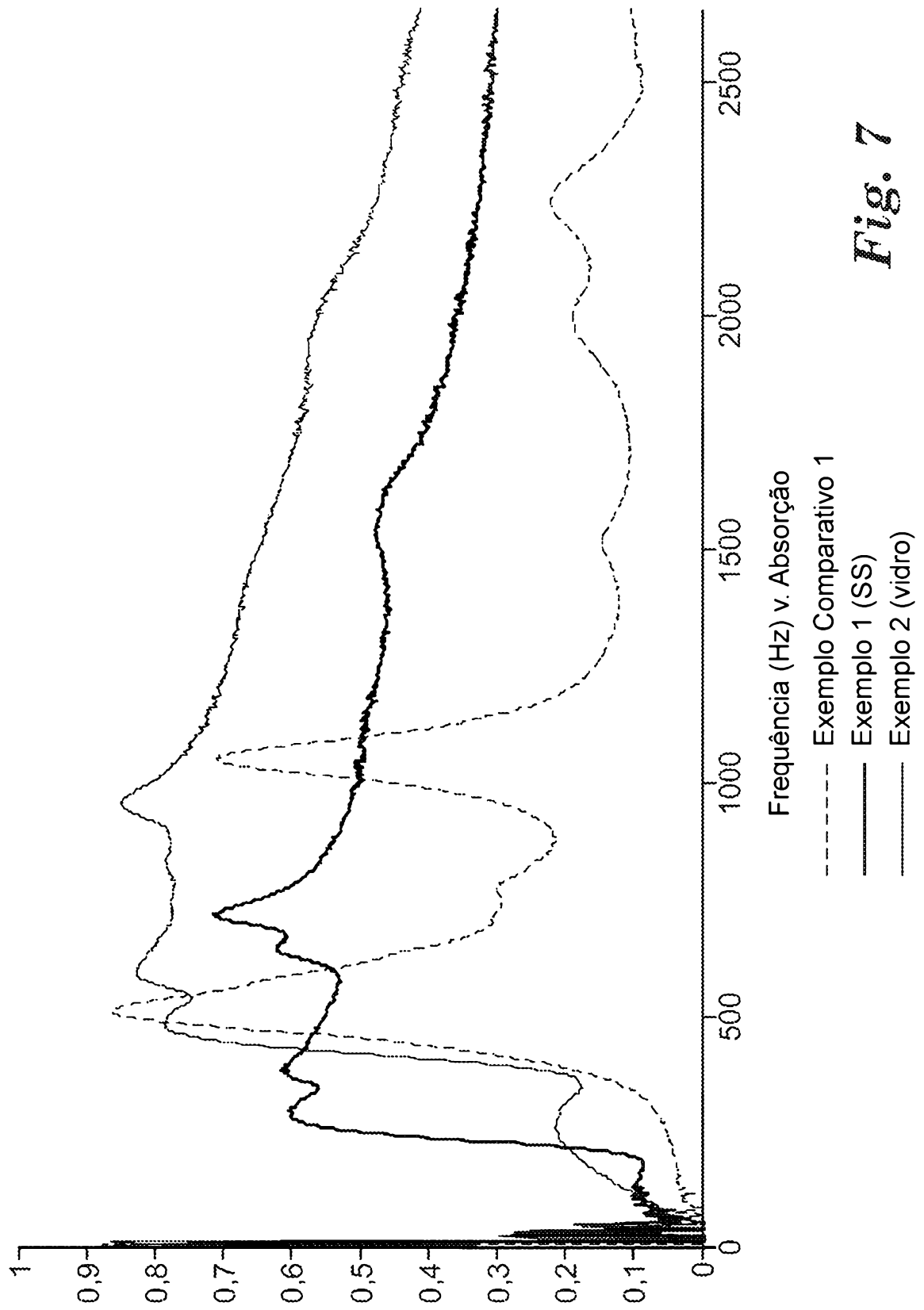
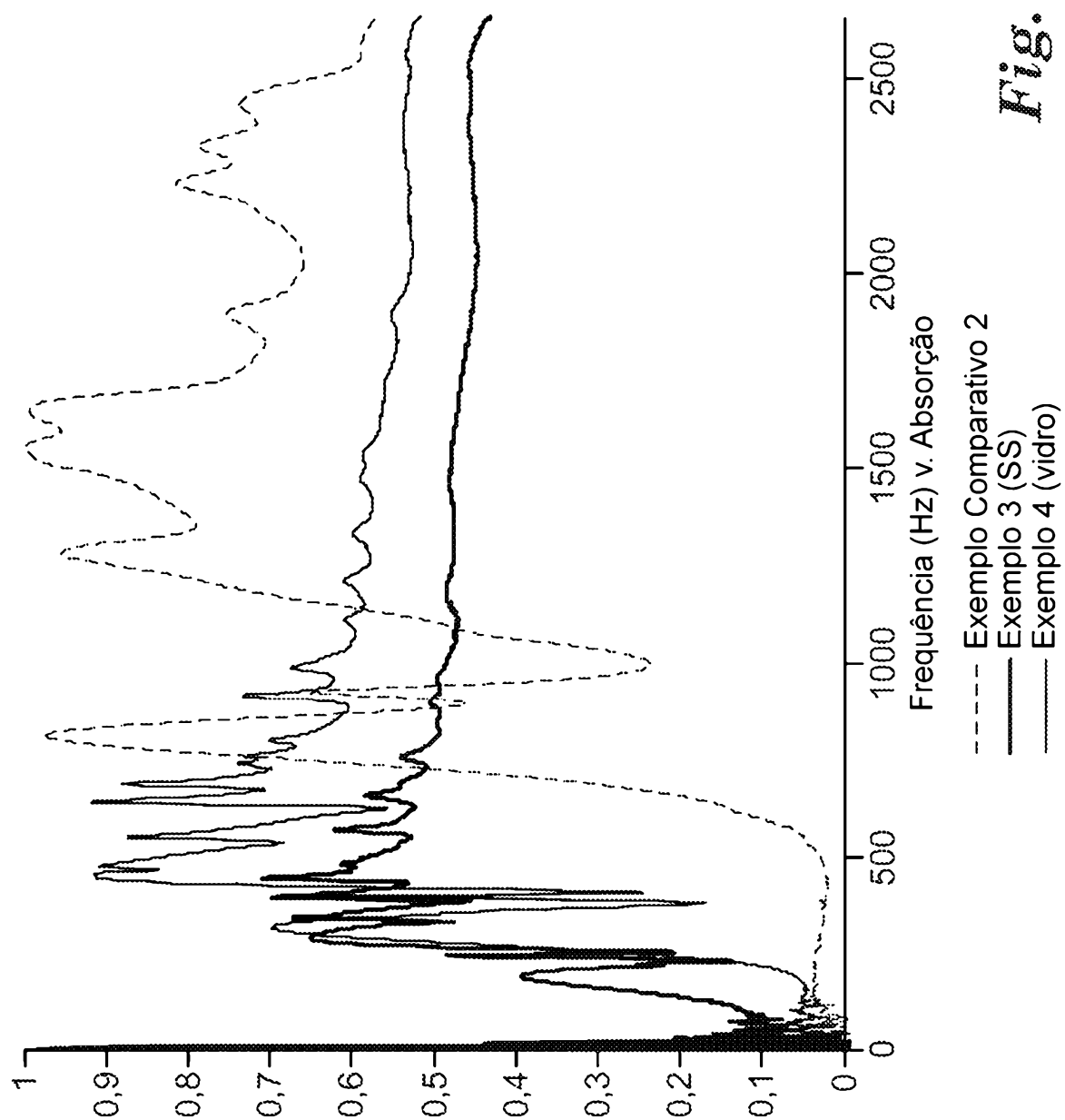


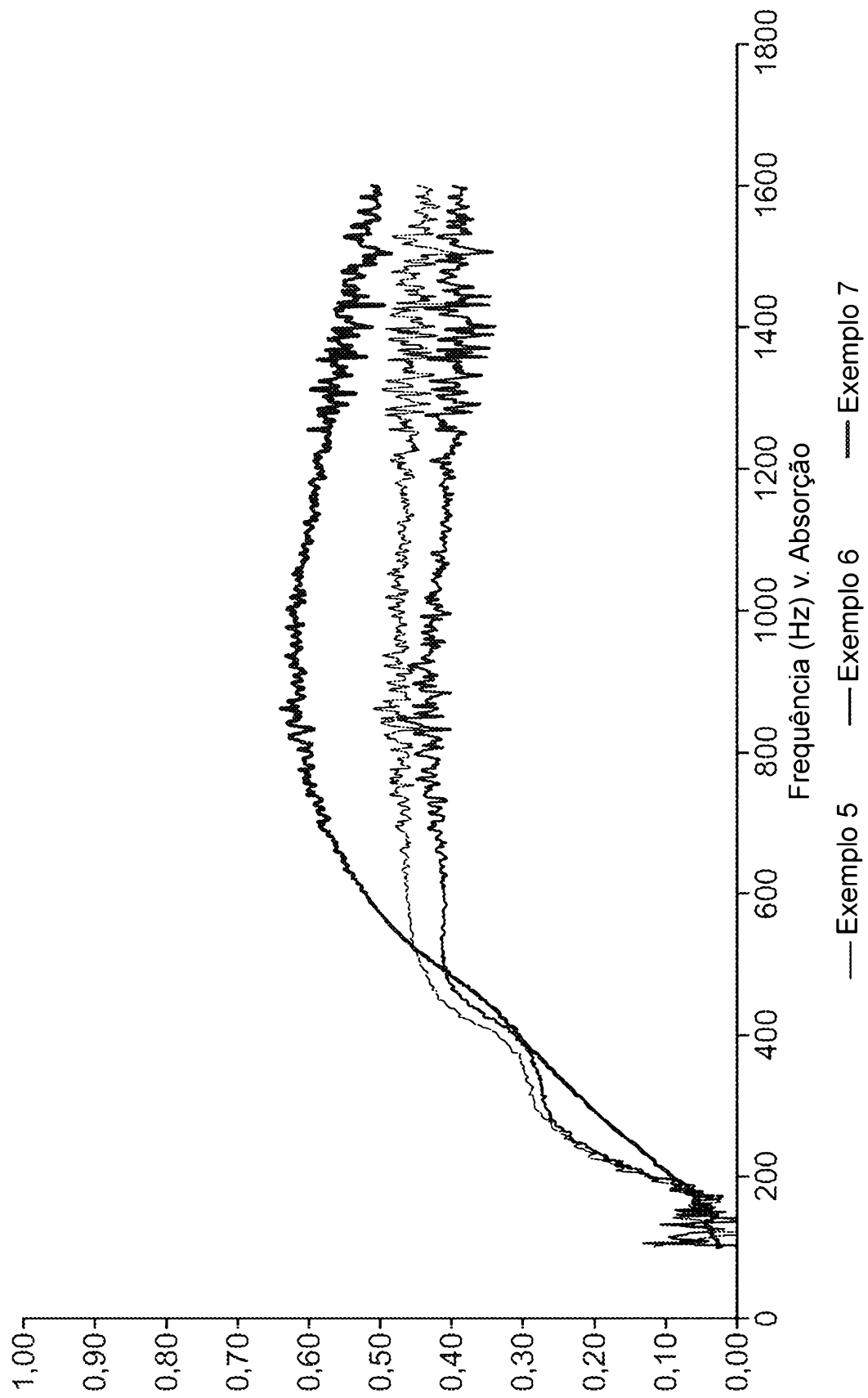
Fig. 4

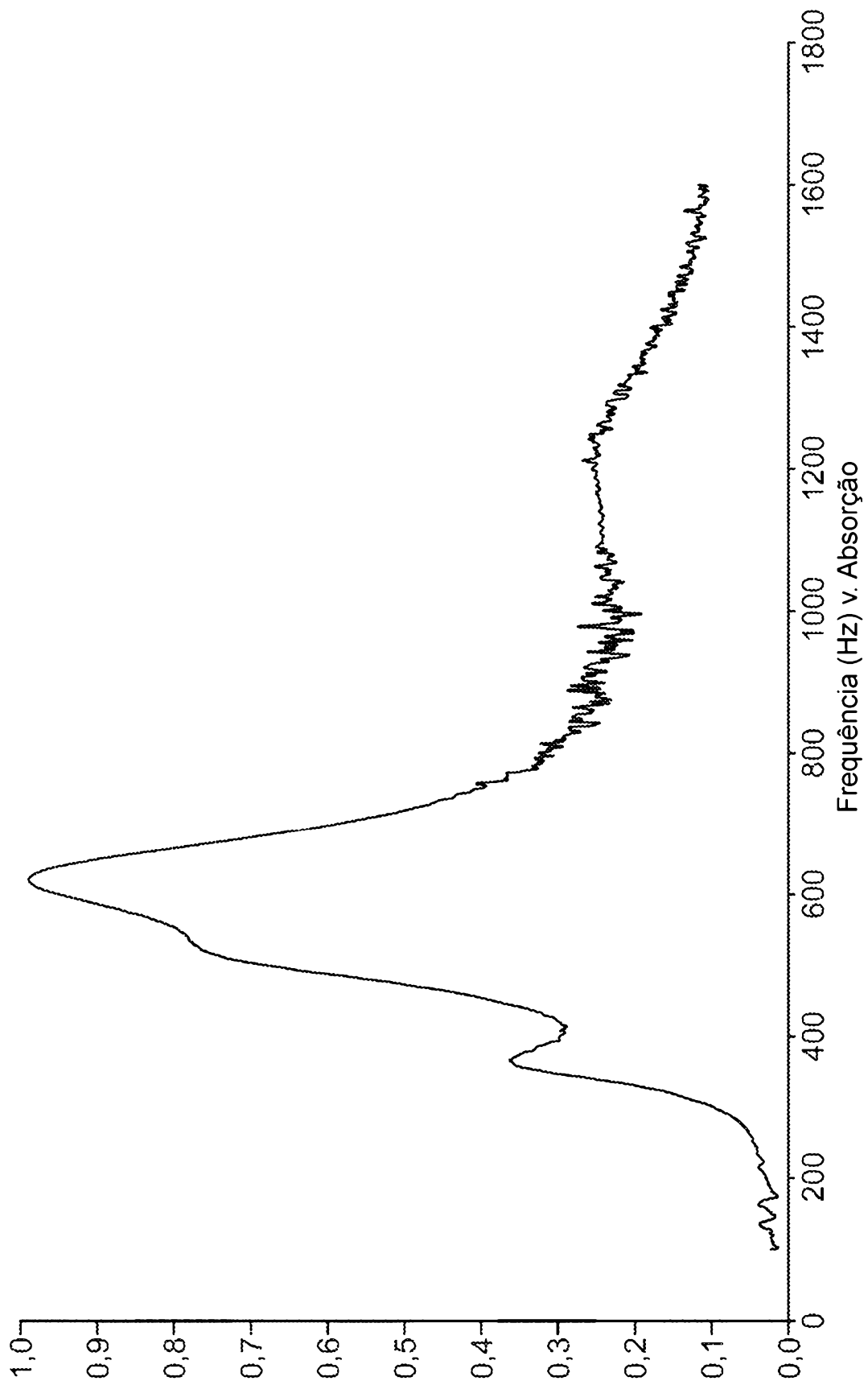
**Fig. 5**







*Fig. 9*

*Fig. 10*