



República Federativa do Brasil
Ministério do Desenvolvimento, Indústria
e do Comércio Exterior
Instituto Nacional da Propriedade Industrial.

(21) **PI0611397-4 A2**

(22) Data de Depósito: 24/05/2006
(43) Data da Publicação: 08/09/2010
(RPI 2070)



(51) *Int.Cl.:*
G10K 11/168
B61D 17/18
E04B 1/86

(54) Título: **ESTRUTURA EM SANDUÍCHE COM COMPORTAMENTO DE PAREDE DUPLA, SELETIVO DE FREQUÊNCIA**

(30) Prioridade Unionista: 28/05/2005 DE 10 2005 024 549.8

(73) Titular(es): AIRBUS DEUTSCHLAND GMBH

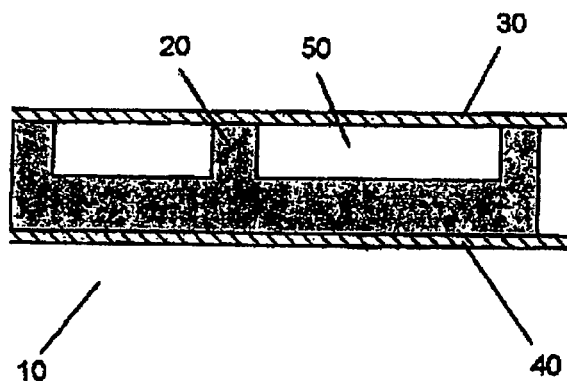
(72) Inventor(es): Christian Thomas, Martin Wandel

(74) Procurador(es): Dannemann, Siemsen, Bigler & Ipanema Moreira

(86) Pedido Internacional: PCT EP2006004995 de 24/05/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2006/128632 de 07/12/2006

(57) Resumo: A presente invenção refere-se a uma estrutura em sanduíche (1, 10), que abrange um núcleo (2, 20), bem como, camadas de cobertura (3, 4, 30, 40) dispostas em ambos os lados do núcleo (2, 20), na qual o núcleo (2, 20) apresenta recessos do núcleo (5, 50) que são dimensionados, de tal modo que, na área dos recessos do núcleo (5, 50), o comportamento acústico da estrutura em sanduíche (1,10) corresponde ao comportamento acústico de uma parede dupla, e simultaneamente, o comportamento acústico global da estrutura em sanduíche (1,10) continua mantido.



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para "**ESTRUTURA EM SANDUÍCHE COM COMPORTAMENTO DE PAREDE DUPLA, SELETIVO DE FREQUÊNCIA**".

Descrição

5 Área Técnica

A presente invenção refere-se a uma estrutura em sanduíche, que compreende um núcleo, bem como, camadas de cobertura dispostas em ambos os lados do núcleo.

Estado da Técnica

10 As exigências mais altas ao conforto acústico para passageiros em aviões de grande capacidade exigem melhores propriedades acústicas da construção da parede da cabine e, com isto, dos elementos da parede da cabine, dos quais é constituído o revestimento interno da cabine. Os materiais-padrão para os elementos da parede da cabine são estruturas em sanduíche como, por exemplo, placas em sanduíche com um núcleo de estrutura de colméia.

A montagem de uma placa em sanduíche é representada de modo exemplar na figura 5. A placa em sanduíche 100 abrange uma construção de composto de três camadas, com camadas de cobertura 300, 400 de espessura d_1 e d_2 , bem como, de um núcleo de suporte 200 de altura h . Como camada de cobertura, no lado superior 300 e inferior 400 do núcleo de suporte 200, é empregado, por exemplo, um material composto reforçado com fibra. O núcleo de suporte 200 é formado por uma colméia de papel impregnado em resina fenólica, que em sua aparência é semelhante a uma colméia de abelhas. No futuro, de modo crescente, como material de núcleo deve-se partir de um emprego de espumas, por exemplo, de resinas fenólicas.

25 Uma vantagem essencial de placas em sanduíche é a sua resistência à flexão muito alta, com peso baixo. Em uma placa em sanduíche as tensões de tração e de compressão são transmitidas predominantemente através das camadas de cobertura, enquanto que o núcleo transmite as tensões de cisalhamento, resultantes de uma deformação da estrutura toda,

normal em relação à superfície da placa.

Em relação a materiais montados de modo homogêneo, com peso de superfície idêntico ou comparável, as propriedades acústicas de placas em sanduíche, todavia, são ruins em relação a transmissões de som e à reflexão de som. Assim, a medida de isolamento do som a ser obtida com placas em sanduíche acima da frequência limite de coincidência fica nitidamente abaixo do valor, que resulta da lei de massas para materiais homogêneos. Em oposição a estruturas de parede homogêneas, em estruturas em sanduíche na área da frequência limite de coincidência se forma um rompimento da medida de isolamento do som na forma de um platô de banda larga. A causa para esse comportamento é a rigidez ao cisalhamento do núcleo, que nessa faixa de frequência domina as velocidades de propagação das ondas transversais dentro da placa em sanduíche.

Por isso, uma possibilidade para o aperfeiçoamento da medida de isolamento do som de placas em sanduíche é manter a velocidade de propagação das ondas transversais através da redução da rigidez ao cisalhamento do núcleo abaixo da velocidade do som no ar.

Assim, da patente DE 100 34 990 A1 e EP 1 382 439 A3 é conhecido reduzir a rigidez ao cisalhamento do núcleo de uma placa em sanduíche, por exemplo, através de fendas. Deste modo, o curso da medida de isolamento do som é melhorado e a irradiação do som da placa em sanduíche é reduzida.

Uma outra possibilidade para a redução da influência negativa do efeito de coincidência sobre a medida de isolamento do som consiste no aumento do isolamento acústico do corpo de placas em sanduíche.

Da patente EP 1 061 190 A1 é conhecida uma placa em sanduíche com camadas de cobertura dispostas em ambos os lados de um núcleo. O núcleo propriamente dito, neste caso, é constituído de, pelo menos, duas camadas do núcleo, das quais as duas mais externas estão ligadas, respectivamente, com uma camada de cobertura. As camadas do núcleo estão distanciadas uma da outra por meio de elementos de distanciamento. Essa placa em sanduíche representa para a área da acústica de construção um

aperfeiçoamento no isolamento do som em relação às paredes simples, bem como, uma montagem construtiva facilitada, em relação às paredes duplas convencionais como, por exemplo, de paredes de papelão gessado de lã de fibra mineral e papelão gessado. O projeto das camadas do núcleo
5 dispostas distanciadas uma da outra, neste caso, ocorre exclusivamente de acordo com pontos de vista estáticos. Particularidades construtivas e propriedades acústicas da placa em sanduíche não são consideradas na patente EP 1 061 190 A1. Possibilidades para evitar a frequência de ressonância da parede dupla de paredes duplas não são sugeridas.

10 É conhecido de Feng, L. "A modified honeycomb panel to increase sound transmission loss"; Tenth international Congress on Sound and Vibration, Stockholm 2003; pp. 4549 - 4554, aumentar a medida de isolamento do som de placas em sanduíche em forma de construção de alumínio, pelo fato de que, a colagem entre a camada de cobertura de alumínio e
15 o núcleo é feita localmente. Com isso, a placa de sanduíche na área da frequência limite de coincidência, bem como, na área da ressonância da parede dupla comporta-se aproximadamente acústica, como uma parede de um material homogêneo de acordo com a lei de massa. A desvantagem disso é que, uma colagem apenas parcial das camadas de cobertura com o núcleo
20 de uma placa em sanduíche para o emprego na construção de aeronaves é desapropriada. Durante a fabricação, nas áreas a não serem coladas, precisa ser colocada uma folha de plástico de separação adicional, que após a fabricação não pode ser removida e, por conseguinte, leva a um aumento de peso da placa em sanduíche. Nas áreas não coladas ocorre uma vibração
25 do núcleo, da folha de plástico de separação e da camada de cobertura o que conduz a um dano dos componentes individuais e, com isto, reduz a duração da placa em sanduíche.

As patentes DE-AS 14 22 020 e DE-AS 11 91 597 publicam uma estrutura em sanduíche compreendendo um núcleo, bem como, camadas
30 de cobertura dispostas em ambos os lados do núcleo, sendo que, o núcleo apresenta recessos do núcleo dispostos regularmente.

Tarefa Técnica da Invenção

À invenção, por isso, cabe a tarefa de desenvolver uma estrutura em sanduíche com medida de isolamento do som aperfeiçoada.

Vantagens da Invenção

A tarefa é solucionada por uma estrutura em sanduíche de acordo com a reivindicação 1, sendo que, o núcleo apresenta recessos do núcleo dispostos, de preferência, diretamente sob uma ou sob as duas camadas de cobertura, os quais são dimensionados, de tal modo que, na área dos recessos do núcleo, o comportamento acústico da estrutura em sanduíche corresponde ao comportamento acústico de uma parede dupla, e simultaneamente, o comportamento acústico global da estrutura em sanduíche continua mantido. Através do dimensionamento e da disposição correspondentes dos ressaltos do núcleo, o comportamento acústico da estrutura em sanduíche, na área de alta frequência, corresponde ao comportamento acústico de uma parede dupla, e na área de baixa frequência, ele corresponde ao de uma placa em sanduíche convencional. A fim de obter esse comportamento acústico, os recessos do núcleo dispostos entre as camadas de cobertura no núcleo, por um lado são suficientemente grandes para que, o comportamento acústico da estrutura em sanduíche, na área dos recessos do núcleo corresponda localmente ao comportamento acústico de uma parede dupla, e por outro lado, são suficientemente pequenos, para que o comportamento acústico global da estrutura em sanduíche continue mantido. Neste caso, o núcleo pode ser constituído de uma estrutura de colméia, da qual os recessos do núcleo são recortados. Do mesmo modo é possível que, o núcleo seja constituído de uma espuma endurecida, por exemplo, de uma resina sintética de espuma, da qual são recortados os recessos do núcleo, ou em cuja fabricação esses recessos foram recortados durante o espumar. Por meio dos recessos do núcleo surgem áreas, nas quais as camadas de cobertura são suportadas pela estrutura de colméia ou pela espuma do núcleo, bem como áreas, nas quais as camadas de cobertura não são suportadas ou são suportadas só um pouco. A estrutura em sanduíche pode ser, por exemplo, uma placa em sanduíche.

A estrutura em sanduíche de acordo com a invenção, em rela-

ção ao estado da técnica tem a vantagem que, na área da frequência limite de coincidência, de uma placa em sanduíche montada de modo convencional, com dimensões idênticas, bem como, acima da frequência limite de coincidência ela se comporta acusticamente como uma parede dupla, e não como uma placa em sanduíche convencional. Abaixo da frequência limite de coincidência, a estrutura em sanduíche de acordo com a invenção se comporta como uma placa em sanduíche convencional. Uma outra vantagem da estrutura em sanduíche de acordo com a invenção é uma redução de peso em comparação a placas em sanduíche convencionais, que resultam da distância parcial do núcleo. Um efeito secundário positivo é a redução da rigidez ao cisalhamento do núcleo, condicionada pelos recessos do núcleo, ligada com os efeitos positivos descritos acima sobre a medida de isolamento do som.

Uma forma de execução vantajosa da invenção prevê que, os recessos do núcleo sejam executados, de tal modo que, uma camada de cobertura apresente áreas, que não são suportadas pelo núcleo. Neste caso, os recessos do núcleo podem ser executados, de tal modo que, o núcleo é removido parcialmente completamente, ou apenas através de uma parte de sua altura, de tal modo que, surgem áreas nas quais as duas camadas de cobertura não são suportadas pelo núcleo, ou áreas, nas quais apenas uma camada de cobertura não é suportada pelo núcleo. De preferência, a primeira frequência natural das áreas da camada de cobertura não suportadas pelo núcleo, na área dos recessos do núcleo está situada abaixo da frequência limite de coincidência de uma estrutura em sanduíche de mesmas dimensões sem recessos do núcleo, e se situa acima da ressonância da parede dupla das camadas de cobertura. Além disso, as frequências naturais das áreas da camada de cobertura adjacentes, não suportadas pelo núcleo são, de preferência, distintas. A fim de evitar interferências entre as áreas de recesso do núcleo adjacentes, a relação das frequências naturais de áreas de recesso do núcleo adjacentes corresponde, de preferência, a um número primo ou a um número irracional.

Uma outra forma de execução vantajosa da invenção prevê que,

na área de recessos do núcleo adjacentes, pelo menos, uma camada de cobertura apresente espessuras distintas. Através das espessuras distintas da camada de cobertura na área de recessos do núcleo adjacentes, são obtidas freqüências naturais distintas das áreas da camada de cobertura não suportadas pelo núcleo na área dos recessos do núcleo.

Uma execução vantajosa, adicional da invenção prevê que, as camadas de cobertura dispostas em lados opostos ao núcleo apresentam espessuras distintas. Por meio da execução das camadas de cobertura, dispostas nos lados opostos do núcleo, com espessuras distintas, pode ser influenciada a ressonância da parede dupla. Por meio de uma escolha apropriada das espessuras das camadas de cobertura, a ressonância da parede dupla pode ser ajustada para uma freqüência desejada. Isto, da mesma forma, pode ser obtido pelo fato de que, as camadas de cobertura, dispostas em lados opostos ao núcleo, são constituídas de materiais distintos.

De acordo com uma outra forma de execução vantajosa da invenção está previsto que, os recessos do núcleo adjacentes apresentem geometrias distintas. De modo alternativo ou adicional os recessos do núcleo adjacentes podem apresentar dimensões distintas. Os recessos do núcleo apresentam, na vista de cima, de preferência, geometrias fáceis de fabricar com seção transversal, por exemplo, retangular, quadrada, de formato circular ou triangular. Neste caso, os recessos do núcleo podem se estender através de toda a altura do núcleo, ou eles podem ocupar apenas uma parte da altura do núcleo.

Em princípio também é possível que, os recessos do núcleo estejam dispostos de tal modo que, as duas camadas de cobertura apresentem áreas, nas quais elas não são suportadas pelo núcleo, sendo que, por exemplo, na área do centro da altura, o núcleo fica mantido continuamente. De preferência, devido aos recessos do núcleo, pelo menos, sob uma camada de cobertura o núcleo é reduzido a uma grade de núcleo. Se os recessos do núcleo se estenderem através de toda a altura do núcleo, então a grade de núcleo abrange as almas que ligam as camadas de cobertura entre si. O núcleo, em todas as formas de execução pode ser fabricado de

uma estrutura de colméia, da qual os recessos do núcleo são recortados. Do mesmo modo, é possível que, o núcleo seja fabricado de um material de espuma.

5 Outras execuções vantajosas da invenção resultam de uma combinação das reivindicações subordinadas, bem como, da descrição seguinte do exemplo de execução.

Breve Descrição dos Desenhos:

Nas figuras são mostrados:

10 Figura 1 uma representação esquemática da montagem de uma estrutura em sanduíche de acordo com a invenção em corte transversal,

figura 2 uma representação esquemática de diversas geometrias de recessos do núcleo na vista de cima,

15 figura 3 uma representação esquemática da montagem de uma estrutura em sanduíche de acordo com a invenção em corte transversal com recessos do núcleo dispostos apenas sob uma camada de cobertura,

figura 4 uma representação do curso da medida de isolamento do som de uma estrutura em sanduíche de acordo com a invenção, de uma parede dupla, bem como, de uma placa em sanduíche convencional com as mesmas dimensões e o mesmo peso de superfície, bem como,

20 figura 5 uma representação esquemática da montagem de uma placa em sanduíche convencional, correspondente ao estado da técnica em corte transversal.

Forma de Execução Detalhada da Invenção

25 Uma estrutura em sanduíche 1 representada na figura 1 é constituída, em essência, de um núcleo 2, de duas camadas de cobertura 3, 4 dispostas em ambos os lados do núcleo 2, bem como, de recessos do núcleo 5 dispostos no núcleo 2, que ocupam a altura h toda do núcleo 2. Na área dos recessos do núcleo 5, as camadas de cobertura 3, 4 não são suportadas pelo núcleo 2. Dependendo da forma de observação, essas áreas
30 também são designadas como áreas do recesso do núcleo ou áreas da camada de cobertura, nas quais a camada de cobertura 3, 4 não é suportada pelo núcleo 2. Neste caso, as dimensões a_1 , a_2 dos recessos do núcleo 5,

por um lado, são dimensionadas suficientemente grandes para que, o comportamento acústico da estrutura em sanduíche 1, na área dos recessos do núcleo 5 corresponda localmente ao comportamento acústico de uma parede dupla, e por outro lado, são medidas suficientemente pequenas, para

5 que o comportamento acústico global da estrutura em sanduíche 1 continue mantido. Neste caso, o núcleo 2 é constituído de uma estrutura de colméia, da qual os recessos do núcleo 5 são recortados. Em princípio, também é possível que, o núcleo 2 seja fabricado de uma espuma endurecida, por exemplo, de uma resina sintética de espuma. Neste caso, a figura 1 mostra

10 um corte transversal ao longo da linha A-A, através do núcleo 2' de uma estrutura em sanduíche 1, representado na vista de cima na figura 2a), no qual os recessos do núcleo 5' apresentam uma geometria retangular. As dimensões a_1 , a_2 dos recessos do núcleo 5 adjacentes da mesma geometria se diferenciam, neste caso, uma da outra, a fim de evitar interferências entre as

15 freqüências naturais das áreas das camadas de cobertura 3, 4 não suportadas pelo núcleo 2.

No caso das estruturas em sanduíche 1', 1'', 1''', 1'''' representadas na figura 2, os recessos do núcleo 5', 5'', 5''', 5'''' , por sua vez, ocupam toda a altura h do núcleo 2', 2'', 2''', 2'''' , de tal modo que fica somente

20 uma grade do núcleo 6, mostrada por princípio para diversas geometrias dos recessos do núcleo 5', 5'', 5''', 5'''' , constituída de almas 7 que ligam as camadas de cobertura entre si. Assim, os recessos do núcleo 5' na figura 2a) em vista de cima, apresentam uma geometria retangular.

Na figura 2b) os recessos do núcleo 5'' apresentam uma geometria em formato circular. Recessos do núcleo 5'' em formato circular, neste caso, são particularmente fáceis de serem recortados do núcleo 2'', por exemplo, por meio de uma serra de ponta. Na figura 2b) os recessos do núcleo 5'' adjacentes diagonais apresentam dimensões distintas. Na figura 2c) está representado um núcleo 2''' com recessos do núcleo 5''' triangulares.

30 Recortes do núcleo 5''' triangulares, adjacentes, neste caso, estão dispostos em diversas direções, apresentam dimensões distintas, ou ambas. Na figura 2d) os recessos do núcleo 5'''' dispostos no núcleo 2'''' são dimensionados

de tal modo que, somente as colunas 8 do núcleo 2''' que ainda sobraram formam a grade do núcleo 6, que ligam as camadas de cobertura entre si. As colunas 8, neste caso, são dispostas, de preferência, irregularmente, a fim de evitar interferências entre as frequências naturais das áreas das camadas de cobertura não suportadas pelo núcleo 2'''.

No caso da estrutura em sanduíche 10 representada na figura 3, os recessos do núcleo 50 só ocupam uma parte da altura h do núcleo 20, de tal modo que, o núcleo 20 é removido parcialmente somente sob uma camada de cobertura 30. Deste modo, uma das camadas de cobertura 30 apresenta áreas que não são suportadas pelo núcleo 20, ao passo que, a outra camada de cobertura 40 é completamente suportada pelo núcleo 20. Em princípio, neste caso, para recessos do núcleo 50 são possíveis as mesmas geometrias, como representado na figura 2.

O diagrama representado na figura 4, mostra o curso da medida de isolamento do som TL através da frequência para uma estrutura em sanduíche de acordo com a invenção, uma parede dupla, bem como uma placa em sanduíche convencional. Neste caso, a estrutura em sanduíche de acordo com a invenção, a parede dupla e a placa em sanduíche convencional apresentam as mesmas dimensões em relação ao intervalo das camadas de cobertura entre si, bem como, o mesmo peso de superfície. Através dos recessos do núcleo dimensionados de modo apropriado surge um comportamento da medida de isolamento do som TL dependente da frequência, que corresponde tanto a uma placa em sanduíche ou a uma parede simples, como também a uma parede dupla. Na área de baixa frequência, o comportamento corresponde, em grande parte, ao comportamento da placa em sanduíche convencional ou da parede simples. Na área de alta frequência, o comportamento corresponde ao da parede dupla. Por meio dos recessos do núcleo o comportamento acústico da estrutura em sanduíche é influenciado de tal modo que, o comportamento conhecido do estado da técnica é excluído da velocidade de dissipação das ondas transversais através da frequência. Com isso, no caso da estrutura em sanduíche de acordo com a invenção a coincidência das ondas transversais com o ar circulante é completa-

mente evitada, do mesmo modo, como a formação de um rompimento de coincidência em forma de platô da medida de isolamento do som TL.

A fim de obter o comportamento de parede dupla da estrutura em sanduíche de acordo com a invenção, imaginado e seletivo de frequência mostrado na figura 4, e, com isso, obter a exclusão da coincidência da placa em sanduíche convencional (isto é, que não apresenta nenhum recesso do núcleo), para o design do recesso do núcleo é necessário o conhecimento da frequência limite de coincidência f_{sw0} de uma placa em sanduíche convencional, comparável, com dimensões idênticas, e materiais para as camadas de cobertura e para o núcleo de suporte.

As dimensões dos recessos do núcleo, como por exemplo, as dimensões a_1 ou a_2 da figura 1 devem ser escolhidas em seguida, de tal modo que, abaixo da frequência limite de coincidência f_{sw0} as áreas da camada de cobertura não suportadas pelo núcleo apresentam sua primeira frequência natural f_{e1} . Neste caso, a estrutura em sanduíche de acordo com a invenção atua não mais globalmente como estrutura total, mas localmente como uma parede dupla. Por outro lado, os recessos são escolhidos tão pequenos que, na área da ressonância de parede dupla f_{dw0} ainda existe o comportamento global de uma placa em sanduíche convencional, e neste caso, não ocorre nenhuma piora da medida de isolamento do som. Isso significa que, a primeira frequência natural f_{e1} das áreas da camada de cobertura precisa ficar acima da ressonância da parede dupla f_{dw0} . Ao todo, portanto, precisa valer

$$f_{dw0} < f_{e1} < f_{sw0}.$$

Deste modo, na área de baixa frequência, as propriedades acústicas positivas da placa sanduíche para a estrutura em sanduíche de acordo com a invenção podem ser mantidas. Com relação à alta frequência, a estrutura em sanduíche de acordo com a invenção se comporta acusticamente como uma parede dupla (figura 4).

Resumindo, dessa forma, é obtida uma elevação da medida de isolamento do som, com uma simultânea redução de peso.

É particularmente salientado que, as frequências limite de coin-

cidência dos materiais empregados tipicamente na construção de aeronaves das camadas de cobertura individuais, consideradas por si sozinhas, se situam claramente acima da faixa de frequência relevante para o conforto acústico. Do mesmo modo, um surgimento de ressonâncias indesejáveis de espaço oco nas áreas do recesso do núcleo, nas quais a camada de cobertura não é suportada pelo núcleo, é esperado somente acima da faixa de frequência relevante para o conforto acústico. Além disso, a grade de núcleo ou o núcleo remanescente entre as camadas de cobertura atua como uma nucleação de um espaço oco de parede dupla. Isto também tem resultado positivo sobre a medida de isolamento do som. Deve ser evitado um ajuste para a mesma frequência natural das áreas das camadas de cobertura não suportadas pelo núcleo. Neste caso, na frequência correspondente toda a estrutura iria atuar como uma placa composta de emissores de irradiação individuais. Por isso, os recessos deveriam apresentar geometrias e/ ou dimensões distintas. Neste caso, de modo alternativo ou adicional a isso, podem ser escolhidos espessuras e materiais da camada de cobertura diferentes. Também uma remoção parcial do núcleo representada na figura 3, sob somente uma camada de cobertura, conduz às desejadas propriedades da camada de cobertura distintas.

A conversão da invenção para a produção em série é facilmente possível, uma vez que, as áreas correspondentes do núcleo somente precisam ser retiradas antes da união entre o núcleo e as camadas de cobertura. A continuação da sequência de produção não é prejudicada. Uma vez que não são necessários materiais novos ou adicionais, também não é necessária, com relação a isto, qualquer aprovação pelo lado dos locais competentes.

Aplicação Industrial

A invenção pode ser aplicada industrialmente, em particular, mas não exclusivamente, na área da fabricação de estruturas em sanduíche para o emprego na construção de aeronaves.

Lista dos Números de Referência

- 1 estrutura em sanduíche
- 2, 2', 2'', 2''', 2'''' núcleo
- 3 camada de cobertura
- 5 4 camada de cobertura
- 5, 5', 5'', 5''', 5'''' recesso do núcleo
- 6 grade de núcleo
- 7 alma
- 8 coluna
- 10 10 estrutura em sanduíche
- 20 núcleo
- 30 camada de cobertura
- 40 camada de cobertura
- 50 recesso do núcleo
- 15 100 placa sanduíche
- 200 núcleo de suporte
- 300 camada de cobertura
- 400 camada de cobertura
- d espessura da camada de cobertura
- 20 h altura do núcleo
- a₁ dimensão de um recesso do núcleo
- a₂ dimensão de um recesso do núcleo

REIVINDICAÇÕES

1. Estrutura em sanduíche (1, 10), abrangendo um núcleo (2, 20), bem como, camadas de cobertura (3, 4, 30, 40) dispostas em ambos os lados do núcleo (2, 20), sendo que, o núcleo (2, 20) apresenta recessos do
5 núcleo (5, 50), que são dimensionados, de tal modo que, na área dos recessos do núcleo (5, 50), o comportamento acústico da estrutura em sanduíche (1, 10) corresponde ao comportamento acústico de uma parede dupla, e simultaneamente, o comportamento acústico global da estrutura em sanduíche (1, 10) continua mantido, e os quais são dimensionados, de tal modo
10 que, na área de baixa frequência, o comportamento acústico da estrutura em sanduíche (1, 10) corresponde ao de uma estrutura em sanduíche correspondente, de mesmas dimensões sem recessos do núcleo e, na área de alta frequência, corresponde ao comportamento acústico de uma parede dupla.
15
2. Estrutura em sanduíche de acordo com a reivindicação 1, sendo que, os recessos do núcleo (5, 50) são executados, de tal modo que, uma camada de cobertura (3, 4, 30) apresenta áreas, que não são suportadas pelo núcleo (2, 20).
20
3. Estrutura em sanduíche de acordo com a reivindicação 1 ou 2, sendo que, a primeira frequência natural das áreas da camada de cobertura não suportadas pelo núcleo (2, 20), na área dos recessos do núcleo (5, 50) está situada abaixo da frequência limite de coincidência de uma estrutura em sanduíche (100) de mesmas dimensões sem recessos do núcleo (5, 50), e se situa acima da ressonância da parede dupla das camadas de co-
25 bertura (3, 4).
4. Estrutura em sanduíche de acordo com a reivindicação 1, 2 ou 3, sendo que, as frequências naturais das áreas das camadas de cobertura adjacentes, não suportada pelo núcleo (2, 20) são distintas.
30
5. Estrutura em sanduíche de acordo com a reivindicação 4, sendo que, a relação das frequências naturais de áreas de recesso do núcleo adjacentes corresponde a um número primo ou a um número irracional.
6. Estrutura em sanduíche de acordo com uma das reivindica-

ções anteriores, sendo que, na área de recessos do núcleo (5, 50) adjacentes, pelo menos, uma camada de cobertura (3, 4, 30) apresenta espessuras distintas (d).

5 7. Estrutura em sanduíche de acordo com uma das reivindicações anteriores, sendo que, as camadas de cobertura (3, 4, 30, 40) dispostas em lados opostos ao núcleo (2, 20) apresentam espessuras distintas (d).

8. Estrutura em sanduíche de acordo com uma das reivindicações anteriores, sendo que, as camadas de cobertura (3, 4, 30, 40) dispostas em lados opostos ao núcleo (2, 20) são constituídas de materiais distintos.
10

9. Estrutura em sanduíche de acordo com uma das reivindicações anteriores, sendo que, através dos recessos do núcleo (50), o núcleo (20) é removido parcialmente somente sob uma camada de cobertura (30), de tal modo que, uma das camadas de cobertura (30) apresenta áreas que
15 não são suportadas pelo núcleo (20), e a outra camada de cobertura (40) será totalmente suportada pelo núcleo (20).

10. Estrutura em sanduíche de acordo com uma das reivindicações anteriores, sendo que, o núcleo (2, 20) é fabricado de uma estrutura de colméia.

20 11. Estrutura em sanduíche de acordo com uma das reivindicações de 1 a 9, sendo que, o núcleo (2, 20) é fabricado de um material de espuma.

12. Estrutura em sanduíche de acordo com uma das reivindicações anteriores, sendo que, os recessos do núcleo (5', 5'', 5''', 5'''') adjacentes
25 apresentam geometrias distintas.

13. Estrutura em sanduíche de acordo com uma das reivindicações anteriores, sendo que, os recessos do núcleo (5, 50) adjacentes apresentam dimensões distintas.

14. Estrutura em sanduíche de acordo com uma das reivindicações anteriores, sendo que, os recessos do núcleo (5') apresentam uma seção transversal retangular ou quadrada.
30

15. Estrutura em sanduíche de acordo com uma das reivindicações

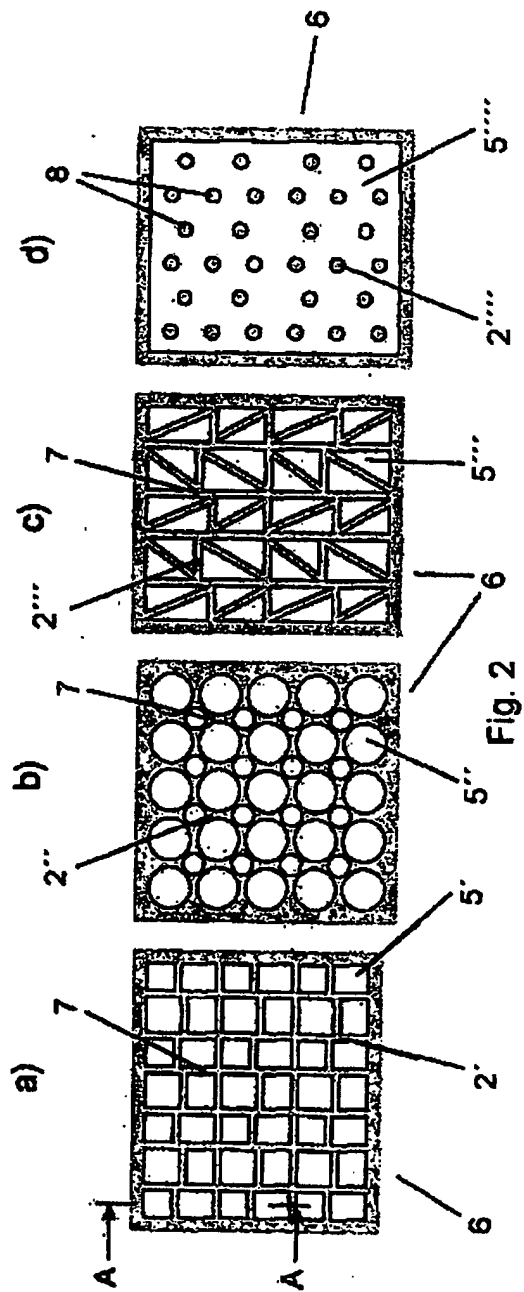
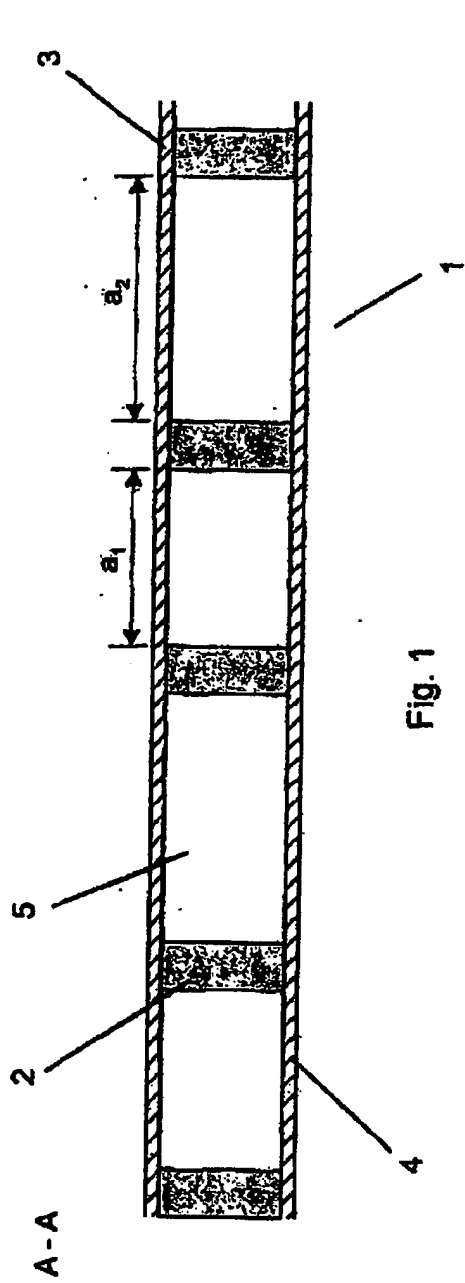
ções de 1 a 13, sendo que, os recessos do núcleo (5'') apresentam uma seção transversal de formato circular.

16. Estrutura em sanduíche de acordo com uma das reivindicações de 1 a 13, sendo que, os recessos do núcleo (5''') apresentam uma
5 seção transversal triangular.

17. Estrutura em sanduíche de acordo com uma das reivindicações anteriores, sendo que, os recessos do núcleo (50) só ocupam uma parte da altura (h) do núcleo (20).

18. Estrutura em sanduíche de acordo com uma das reivindicações anteriores, sendo que, pelo menos, sob uma camada de cobertura (3, 4, 30, 40), o núcleo (2, 20) é reduzido a uma grade de núcleo (6).
10

19. Estrutura em sanduíche de acordo com a reivindicação 18, sendo que, a grade de núcleo (6) abrange as almas (7, 8) que ligam as camadas de cobertura (3, 4) entre si.



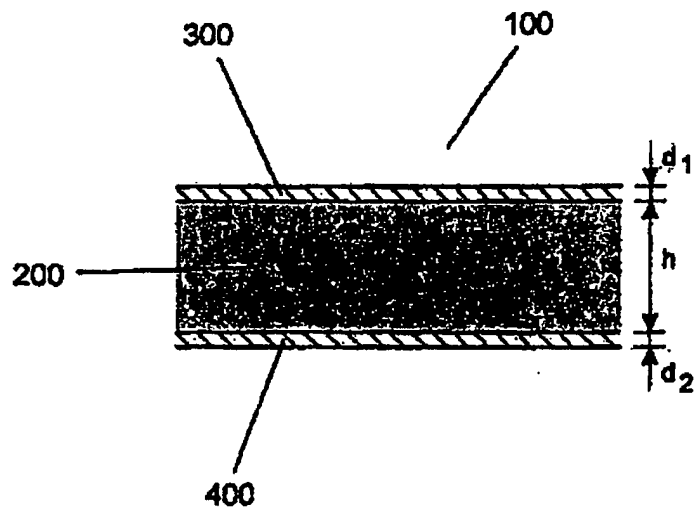
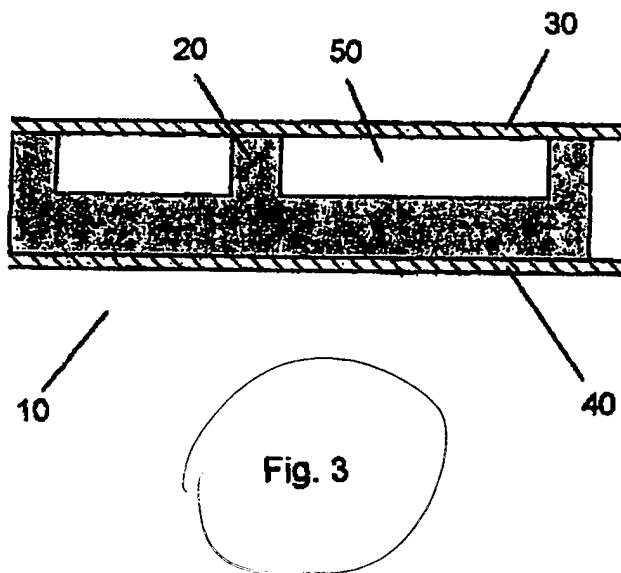


Fig. 5

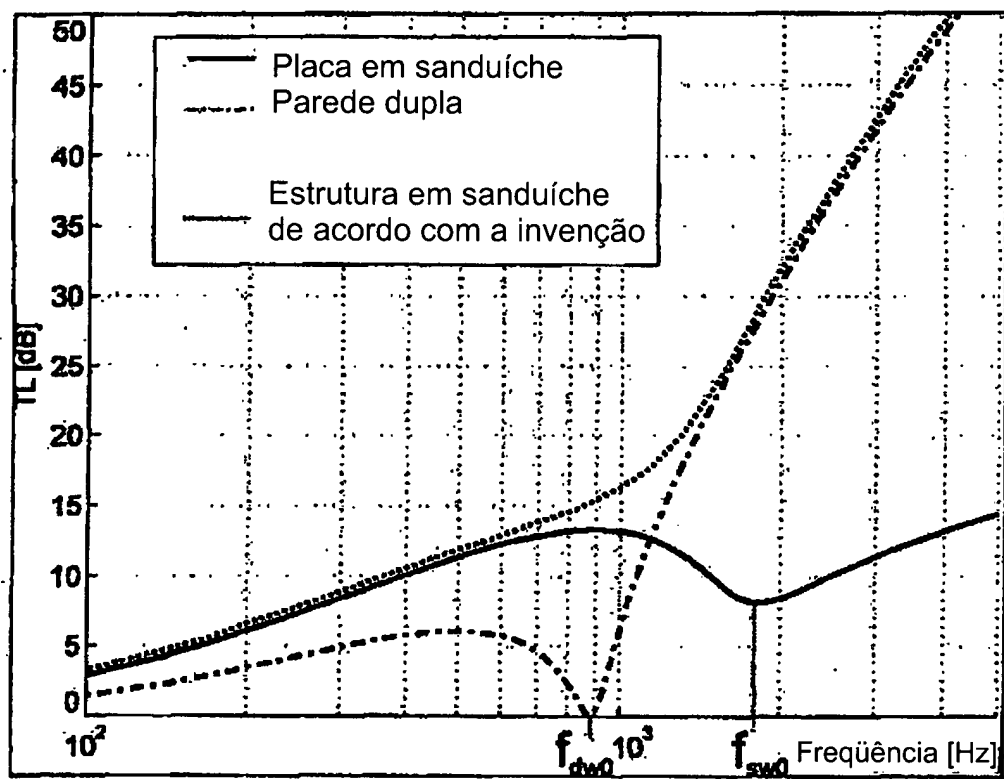


Fig. 4

RESUMO

Patente de Invenção: **"ESTRUTURA EM SANDUÍCHE COM COMPORTAMENTO DE PAREDE DUPLA, SELETIVO DE FREQUÊNCIA"**.

A presente invenção refere-se a uma estrutura em sanduíche (1, 10), que abrange um núcleo (2, 20), bem como, camadas de cobertura (3, 4, 30, 40) dispostas em ambos os lados do núcleo (2, 20), na qual o núcleo (2, 20) apresenta recessos do núcleo (5, 50) que são dimensionados, de tal modo que, na área dos recessos do núcleo (5, 50), o comportamento acústico da estrutura em sanduíche (1, 10) corresponde ao comportamento acústico de uma parede dupla, e simultaneamente, o comportamento acústico global da estrutura em sanduíche (1, 10) continua mantido.