



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

(11) BR 112017006635-1 B1



(22) Data do Depósito: 01/10/2015

(45) Data de Concessão: 01/06/2021

(54) Título: PNEU À PROVA DE SOM, E, PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE UM PNEU À PROVA DE SOM

(51) Int.Cl.: B60C 19/00.

(30) Prioridade Unionista: 03/10/2014 IT MI2014A001741.

(73) Titular(es): PIRELLI TYRE S.P.A..

(72) Inventor(es): PAOLA CARACINO; LUCA GIANNINI; THOMAS HANEL; ANDREA SCOTTI.

(86) Pedido PCT: PCT IB2015057517 de 01/10/2015

(87) Publicação PCT: WO 2016/051371 de 07/04/2016

(85) Data do Início da Fase Nacional: 30/03/2017

(57) Resumo: Pneu à prova de som (100) ao longo com um processo para a produção do mesmo, em que o pneu compreende espumas particulares de poliolefina absorventes de som que mostram desempenhos de amortecimento para o ruído gerado na cavidade de tal pneu, junto com resistência à hidrólise, pouca absorção de água e uma estabilidade térmica e mecânica não esperada em condições de uso, em que o material absorvente de som (301) é aplicado pelo menos em uma porção da superfície radialmente interna (113) do pneu, preferivelmente da camada de material elastomérico impermeável (112), em que dito material absorvente de som compreende um material de poliolefina espumado com macrocélulas fechadas caracterizadas por um tamanho médio de pelo menos 1,5 mm, mais preferivelmente de pelo menos 3 mm, ainda mais preferivelmente de pelo menos 4 mm de acordo com ASTM D3576.

“PNEU À PROVA DE SOM, E, PROCESSO PARA PRODUÇÃO DE UM PNEU À PROVA DE SOM”

DESCRIÇÃO

[001] A presente invenção se refere a um pneu à prova de som para rodas de veículo. Mais particularmente a invenção se refere a um pneu à prova de som para rodas de veículo compreendendo espumas absorventes de som especiais, capazes de reduzir o ruído percebido dentro do compartimento de motorista/passageiro de veículos, devido à atenuação do ruído de cavidade do próprio pneu.

ESTADO DA TÉCNICA

[002] Um pneu para rodas de veículo geralmente compreende uma estrutura de carcaça compreendendo pelo menos uma lona de carcaça tendo abas de extremidade respectivamente opostas engatadas com respectivas estruturas de ancoragem anulares, integradas nas zonas normalmente identificadas com o nome “talões”.

[003] A estrutura de carcaça é associada com uma estrutura de cinta compreendendo uma ou mais camadas de cinta, situadas em superposição radial uma com respeito a outra e com respeito à estrutura de carcaça, tendo cordoneis de reforço têxteis ou metálicos. Em posição radialmente externa com respeito à estrutura de cinta, é aplicada uma banda de rodagem, compreendendo material elastomérico como outros produtos semiacabados constituindo o pneu.

[004] As respectivas paredes laterais são também aplicadas em posição axialmente externa sobre as superfícies laterais da estrutura de carcaça, cada uma estendida a partir de uma das bordas da banda de rodagem até a respectiva estrutura de ancoragem anular.

[005] Nos pneus do tipo “sem câmara”, uma camada impermeável de material elastomérico, normalmente chamada “forro”, cobre as superfícies internas do pneu.

[006] Em seguida à construção do pneu cru, atuada por meio da montagem dos respectivos componentes, é executado um tratamento de moldagem e vulcanização, visando determinar a estabilização estrutural do pneu por meio de reticulação das composições elastoméricas, assim como, se requerido, imprimir um padrão de banda de rodagem desejado sobre os e possíveis marcas gráficas nas paredes laterais.

[007] O pneu montado sobre seu aro forma a roda do pneumático, por sua vez destinada a ser associada com o cubo de um veículo.

[008] A superfície interna do pneu e o aro definem, em seguida à sua montagem, uma cavidade anular interna destinada a ser inflada com fluido pressurizado, geralmente ar, com a finalidade de suportar a carga residente sobre o pneu.

[009] Durante a rodagem do pneu sobre a via, o ar presente na cavidade anular interna é colocado sob vibração, uma vez que ele é ciclicamente comprimido na fase de achatamento da banda de rodagem, dando origem a ondas sonoras que são amplificadas mediante ressonância.

[0010] O ruído gerado mediante ressonância do na cavidade – conhecido como ruído de cavidade – é então propagado para o compartimento de motorista/passageiro do veículo, mediante transmissão através do aro, do cubo, das suspensões e do chassi, e é percebido pelos passageiros como sendo muito incômodo.

[0011] As frequências em que o ar na cavidade ressoa são inversamente proporcionais à pneu circunferência, e entre outras coisas também dependem da forma da própria cavidade, da natureza e do formato dos materiais que a cobrem internamente. Como um exemplo, q frequência de ressonância pode variar partir de cerca 50 a 400 Hz, tipicamente em torno de 180 – 220 Hz para pneus de carros, com diâmetro de cerca de 600 a 800 mm, e 130 – 150 Hz para pneus de veículo pesado, com diâmetro de aproximadamente 750 a 1200 mm.

[0012] No campo automotivo, o conforto do motorista e dos passageiros é cada vez mais requisitado, e em particular é requisitado reduzir o ruído de veículos.

[0013] A indústria automotiva tende a produzir veículos que são cada vez mais leves, e/ou equipados com motores que são cada vez mais silenciosos – tais como motores elétricos - em que, por contraste, os ruídos originando-se a partir da via são percebidos como sendo ainda mais irritantes.

[0014] O problema de remoção do ruído de cavidade é, portanto, cada vez mais sentido tanto para veículos de alto padrão em que conforto e especificamente isolamento acústico são importantes exigências, e para veículos esportivos, para quais uma postura rebaixada é na verdade típica junto com sistemas de transmissão e amortecimento particularmente rígidos que substancialmente não atenuam o ruído, que é transmitido praticamente inalterado a partir dos pneus para o compartimento de motorista/passageiro.

[0015] A fim de reduzir este tipo de ruído, é sabido introduzir materiais absorventes de som na cavidade interna dos pneus, de forma livre ou fixando tiras dos mesmos sobre a superfície interna do forro.

[0016] O material absorvente de som é capaz de remover ondas sonoras, convertendo a energia do som incidente em calor.

[0017] Materiais absorventes de som são usados no campo da construção, para aposentos e prédios acusticamente isolados, ou na obtenção de barreiras antirruído ao longo de estradas e ferrovias, para a redução da poluição sonora.

[0018] Neste tipo de aplicação, os materiais são tipicamente empregados em condições estáticas e a temperatura ambiente ou semelhantes.

[0019] Pelo contrário, no uso específico como elementos absorventes de som inseridos na cavidade interna de pneus, os materiais são submetidos a tensões mecânicas e térmicas bastante consideráveis.

[0020] Na verdade, durante a rodagem, por um lado os materiais são

continuamente esticados devido à deformação do pneu, e por outro lado eles são aquecidos bem acima da temperatura ambiente, devido ao calor gerado pela banda de rodagem em use sobre a via.

[0021] Em particular, a alta velocidade e em condições de condução particularmente severas, a banda de rodagem do pneu pode ser superaquecida e transmitir o calor ao interior, onde a temperatura pode alcançar 120°C ou mais alta (ver, por exemplo, aquilo mencionado nos documentos EP1876038A1 e EP1661735A1).

[0022] Ambos estes documentos mencionam o problema de degradação térmica das espumas absorventes de som e EP1661735 em particular afirma que “é necessário que o material esponjoso suporte temperaturas de pelo menos 140°C sem se fundir”.

[0023] É, portanto, oportuno que, para a aplicação específica no interior da cavidade de pneus, as espumas absorventes de som possuam boas propriedades térmicas assim como mecânicas a fim de evitar serem degradadas e/ou deformadas devido à ação combinada de calor e tensões.

[0024] Tais propriedades parecem muito importantes na seleção dos materiais apropriados.

[0025] Consequentemente, foram desenvolvidos pneus à prova de som compreendendo materiais absorventes de som à base de espumas de polímeros resistentes ao calor, preferivelmente do tipo com células abertas.

[0026] Os polímeros preferidos para esta aplicação específica são poliuretanos, do tipo tanto de poliéster quanto de poliéter, que têm altos pontos de fusão, geralmente de mais do que 150°C, e que são tipicamente usados em estruturas microcelulares com células abertas, a fim de melhorar os desempenhos acústicos e simultaneamente permitir uma dispersão de calor mais rápida e mais eficiente com respeito a espumas com células fechadas.

[0027] Pneus à prova de som compreendendo espumas de poliuretano absorventes de som, são, por exemplo, descritas em WO2013182477A1 ou

em EP2457748A1, ou nos documentos acima mencionados.

[0028] Os documentos EP1661735A1, EP1876038A1 e EP2457720 mencionam, entres os muitos possíveis materiais absorventes de som alternativos para pneus – tais como espumas de poliéter poliuretano, espumas de poliéster poliuretano, espumas de borracha de cloropreno, espumas de borracha de etileno-propileno, espumas de borracha de nitrila, espumas de borracha de silicone etc. - também polietilenos, mas então eles dão como as exemplos apenas espumas de poliuretano, geralmente microcelulares com células abertas.

[0029] Os documentos EP1795377, EP2397347 e EP1745947 descrevem materiais esponjosos tanto com células abertas quanto com células fechadas, utilizáveis como materiais absorventes de som para pneus; junto com os muitos materiais possíveis, polietileno é também mencionado, mas a estrutura de célula não é detalhada.

[0030] O documento US6209601 descreve materiais espumados com células fechadas utilizáveis como materiais absorventes de som para pneus; entre os muito possíveis materiais, também polietileno é mencionado, mas a estrutura de célula não é detalhada.

[0031] Não obstante o use consolidado, as espumas com células abertas – que são distinguidas por bons desempenhos sonoro, mecânico e térmico e por processamento simples – não deixam, porém, de ter defeitos.

[0032] Na verdade, eles tendem a absorver facilmente umidade a partir do meio ambiente ou a partir do ar comprimido usado para inflação, e consequentemente eles são submetidos a proliferação de bactérias e fungos, com formação de odores, e mesmo, no caso de poliuretanos à base de poliéster, a degradação hidrolítica. A acumulação de água na interna, devido, por exemplo, a um armazenamento dos pneus ao ar livre sem proteção contra agentes de intempéries e a degradação parcial do material absorvente de som, pode também envolve desbalanceamento na postura do pneu, que pode afetar

negativamente o conforto do motorista e/ou passageiros, afetar negativamente os desempenhos do veículo sobre a rodovia e, finalmente, a segurança.

[0033] Várias soluções têm sido empregadas para enfrentar o problema da higroscopicidade das espumas de poliuretano.

[0034] Por exemplo, pneus têm sido embalados em recipientes particulares e peças sobressalentes embaladas em sacos impermeáveis, a fim de protegê-las durante transporte e armazenamento; entretanto, o problema se apresentava novamente uma vez que as embalagens fossem abertas.

[0035] As espumas com células fechadas, que têm uma tendência muito mais baixa de absorver água com respeito a espumas com células abertas, não têm, porém, tido sucesso devido às propriedades acústicas inferiores e menos capacidade de dispersão de calor.

[0036] Alternativamente, tratamentos com água-substâncias repelentes ou a superfície cobrindo as espumas com películas impermeáveis foram propostos. Além disso, intervenções sobre a proliferação de fungos incluíam agentes antifúngicos dentro das sobre as superfícies externas das mesmas películas.

[0037] Entretanto, as soluções propostas, além de geralmente não solucionarem os inconvenientes, também envolvem operações com custos adicionais consideráveis.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[0038] A requerente estudou os problemas das espumas de poliuretano acima mencionadas e verificou que certas espumas absorventes de som macrocelulares com base em poliolefina, usada em aplicações convencionais (por exemplo, prédios com isolamento acústico ou barreiras antirruído) e aparentemente inadequadas para serem aplicadas na cavidade interna de pneus, pois à base de poliolefinas com células fechadas de baixo ponto de fusão, surpreendentemente resistem às tensões térmicas e mecânicas que são geradas na rodagem do pneu, mantendo sua integridade física e

capacidade para remoção acústica com o ver tempo, com desempenhos acústicos pelo menos comparáveis— se não melhorados - com respeito às espumas de poliuretano clássicas.

[0039] Estas espumas de poliolefina não são afetadas por umidade, não absorvem água e são particularmente leves.

[0040] Portanto, as presentes espumas de poliolefina, pelo menos dados os mesmos desempenhos acústicos, se não melhorados, com respeito às espumas de poliuretano convencionais, conferem aos pneus à prova de som que as compreendem as mesma vantagens em termos de duração, de melhor balanceamento de postura e resistência a rodagem mais baixa, de simplificação dos procedimentos de construção para os pneus e peças sobressalentes, substancialmente devido à leveza, à estabilidade hidrolítica e à má absorção de água das espumas - vantagens que também se traduzem em uma redução de custo.

[0041] Inesperadamente, a requerente verificou que tais espumas de poliolefina macrocelulares particulares são resistentes às condições de uso dentro da cavidade de pneus e mostram, desempenhos absorventes de som que são melhorados ou pelo menos comparáveis com respeito às espumas de poliuretano convencionais.

[0042] De acordo com um primeiro aspecto, a presente invenção trata de um pneu à prova de som para rodas de veículo compreendendo pelo menos:

- um material absorvente de som aplicado pelo menos sobre uma porção da superfície radialmente interna do pneu,

- em que o dito material absorvente de som compreende um material de espuma de poliolefina com macrocélulas fechadas caracterizado por

- um tamanho médio de célula de pelo menos 15 mm, mais preferivelmente de pelo menos 3 mm, ainda mais preferivelmente de pelo

menos 4 mm de acordo com ASTM D3576.

[0043] O pneu à prova de som para rodas de veículo de acordo com a invenção, pode compreender pelo menos:

- uma estrutura de carcaça;
- uma estrutura de cinta aplicada em uma posição radialmente externa com respeito à dita estrutura de carcaça;
- uma banda de rodagem em uma posição radialmente externa com respeito à dita estrutura de cinta;
- uma camada impermeável de material elastomérico (forro), aplicada em posição radialmente interna com respeito à camada de carcaça;
- um material absorvente de som aplicado pelo menos sobre uma porção da superfície radialmente interna da camada impermeável de material elastomérico,

em que o dito material absorvente de som compreende um material de espuma de poliolefina com macrocélulas fechadas caracterizado por

um tamanho médio de célula de pelo menos 1,5 mm, mais preferivelmente de pelo menos 3 mm, ainda mais preferivelmente de pelo menos 4 mm de acordo com ASTM D3576.

[0044] Em um segundo aspecto, a presente invenção refere-se a um processo para produzir um pneu à prova de som para rodas de veículo que compreende:

- i) prover um pneu vulcanizado e moldado;
 - ii) opcionalmente, limpar pelo menos uma porção da superfície radialmente interna do pneu, e
 - iii) aplicar um material absorvente de som pelo menos sobre a porção, opcionalmente limpa, da superfície radialmente interna do pneu,
- em que o material absorvente de som compreende um material de espuma de poliolefinado com macrocélulas fechadas caracterizado por

um tamanho médio de célula de pelo menos 1,5 mm, mais preferivelmente de pelo menos 3 mm, ainda mais preferivelmente de pelo menos 4 mm de acordo com ASTM D3576, preferivelmente perfuradas.

DEFINIÇÕES

[0045] Com o termo material de espuma ou espumado “macrocelular” ou “com macrocélulas”, entende-se uma espuma cujas células têm um tamanho médio compreendido entre 1,5 mm e 15 mm de acordo com ASTM D3576.

[0046] Com o termo material de espuma ou espumado “microcelular” ou “com microcélulas”, entende-se uma espuma tendo um tamanho médio da célula de menos do que 1,5 mm.

[0047] Com “material de poliolefina” entende-se um material compreendendo pelo menos 50%, preferivelmente pelo menos 70%, mais preferivelmente pelo menos 90%, 95%, ainda mais preferivelmente pelo menos 99% em peso de uma ou mais poliolefinas.

[0048] Por “poliolefinas”, entende-se aqueles polímeros termoplásticos derivados da polimerização de hidrocarbonetos insaturados contenda a funcionalidade etileno ou dieno.

[0049] Em particular, o termo poliolefina compreende homopolímeros e copolímeros de olefinas e suas misturas.

[0050] Exemplos específicos de homopolímeros de etileno, de propileno, de buteno, copolímeros de etileno-alfa-olefina, propileno-alfa-olefina, buteno-alfa-olefina, polimetilpentenos e seus polímeros modificados.

[0051] Por “plano equatorial” do pneu entende-se um plano perpendicular ao eixo de rotação do pneu e que divide o pneu em duas partes simetricamente iguais.

[0052] Os termos “radial” e “axial” e as expressões “radialmente interna/externa” e “axialmente interna/externa” são usados fazendo respectivamente referência a uma direção perpendicular ao eixo de rotação do

pneu, e a uma direção paralela ao eixo de rotação do pneu.

[0053] Os termos “circunferencial” e “circunferencialmente” são usados ao invés por referência à direção de extensão anular do pneu, isto é, à direção de rodagem do pneu, que corresponde a uma direção situada sobre um plano coincidente com ou paralela ao plano equatorial do pneu.

[0054] Por “cavidade anular interna” entende-se a cavidade interna definida entre um pneu e o relativo aro de montagem.

[0055] No pneu, identificada como porção de coroa é a porção do pneu onde a banda de rodagem é arranjada, axialmente compreendida entre as suas duas bordas.

[0056] O pneu de acordo com a presente invenção pode ter pelo menos uma das seguintes características preferidas, tomadas separadamente ou em combinação com as outras.

[0057] No pneu da presente invenção, o material de espuma de poliolefinado é caracterizado pelo fato de que ele compreende células fechadas relativamente grandes (material macrocelular espumado).

[0058] Preferivelmente material macrocelular espumado compreende células tendo um tamanho médio de célula compreendido entre 1,5 mm e 15 mm, entre 2 mm e 10 mm, a partir de 3 mm a 10 mm, mais preferivelmente entre 4 mm e 8 mm de acordo com ASTM D3576.

[0059] Preferivelmente o material de espuma de poliolefinado compreende uma série de macrocélulas fechadas em 25 mm menos do que 30, preferivelmente menos do que 20, mais preferivelmente menos do que 10, medido de acordo com o método BS 4443/1 Met.4.

[0060] Preferivelmente o pneu à prova de som para rodas de veículo de acordo com a invenção compreende, na cavidade interna, um material absorvente de som compreendendo um material de espuma de poliolefinado com macrocélulas fechadas preferivelmente perfuradas, com uma série de células menor do que quatro por centímetro linear.

[0061] Preferivelmente o material absorvente de som do pneu à prova de som de acordo com a presente invenção compreende um material de espuma de poliolefinado, que pode ser obtido através da expansão de um material de poliolefina selecionado dentre homo- e copolímeros de etileno, de propileno, de alfa-olefina C₄-C₂₀, preferivelmente alfa olefina C₄-C₁₀ e suas misturas, mais preferivelmente entre homo- e copolímeros de etileno e misturas dos mesmos.

[0062] Preferivelmente o material de espuma de poliolefinado não é reticulado.

[0063] Exemplos de poliolefinas comercialmente disponíveis- são polietilenos, polipropilenos, polibutenos e copolímeros das mesmas, incluindo copolímeros de etileno com alfa-olefina, e misturas dos mesmos.

[0064] Preferivelmente o material de poliolefina é um polietileno selecionado dentre homopolímeros de etileno, copolímeros de etileno com propileno e copolímeros de etileno com uma alfa-olefina C₄-C₈.

[0065] Preferivelmente o polietileno é um polietileno de baixa densidade (LDPE), com uma densidade igual ou inferior a 0,940 g/cm³, preferivelmente compreendida entre 0,910 – 0,940 g/cm³.

[0066] Geralmente, polietileno tem uma temperatura de amolecimento inferior a cerca de 120°, tipicamente compreendida entre cerca de 95 e cerca de 115°C.

[0067] Geralmente polietileno tem um índice de fluidez compreendido entre 0,01 e 100, preferivelmente entre 0,05 e 50, mais preferivelmente entre 0,1 e 20 gramas por 10 minutos (ASTM D1238, 190°C/2,16)

[0068] Preferivelmente o material absorvente de som consiste de um material de espuma de poliolefinado com macrocélulas fechadas preferivelmente perfuradas.

[0069] Preferivelmente o material absorvente de som consiste de um

material de espuma de polietileno com macrocélulas fechadas preferivelmente perfuradas.

[0070] Preferivelmente o material de espuma de poliolefinado tem uma densidade não superior a 40 kg/m³, preferivelmente não superior a 30 kg/m³, mais preferivelmente não superior que 25 kg/m³, medido de acordo com ASTM D3575-08 Sufixo W.

[0071] Preferivelmente o material de espuma de poliolefinado é caracterizado por uma absorção de água, de acordo com UNI EN 12088 (RH>95%- depois de 28 dias) inferior que 6 kg/m², mais preferivelmente inferior a 4 kg/m², ainda mais preferivelmente inferior a 3 kg/m².

[0072] Preferivelmente o material de espuma de poliolefinado é caracterizado por resistência à compressão de acordo com ISO 3385 1986 parte 1, com velocidade de compressão de 100 mm/min e na quarta compressão, de acordo com a Tabela 1

Tabela 1

Compressão	Resistência (kPa) de pelo menos	Resistência (kPa) preferivelmente de pelo menos
25%	1	2
50%	4	5
70%	20	22

[0073] O material de espuma de poliolefinado usado como material absorvente de som no pneu da presente invenção é um material espumado com macrocélulas fechadas preferivelmente perfuradas.

[0074] Materiais absorventes de som espumados com macrocélulas fechadas preferivelmente perfuradas, são, por exemplo, descritos no pedido de patente WO01/70859 em nome de Dow Chemical.

[0075] Materiais com células fechadas perfuradas são conhecidos para aplicações convencionais e são descritos, por exemplo, no pedido de patente WO2012/156416A1 e nos outros documentos ali citados.

[0076] O material de espuma de poliolefinado com macrocélulas fechadas usado como elemento absorvente de som em o pneu da presente invenção preferivelmente tem pelo menos uma perfuração, mais

preferivelmente pelo menos 5, pelo menos 10, pelo menos 20, pelo menos 30 perfurações per 10 cm² de superfície.

[0077] A perfuração do material espumado pode ser parcial, passante ou uma combinação das duas— isto é, uma dupla ou tripla perfuração, preferivelmente ela é uma dupla perfuração, isto é, uma combinação de perfuração passante e parcial.

[0078] Por perfuração passante entende-se uma perfuração que atravessa o material espumado pela sua espessura inteira.

[0079] Por perfuração parcial entende-se uma perfuração que não atravessa o material espumado pela sua espessura inteira.

[0080] A perfuração parcial tem profundidade menor do que a espessura do material espumado, geralmente uma profundidade entre cerca de 25% e 85% desta espessura.

[0081] As perfurações, passantes ou parciais, que atravessam o material espumado são, em seção transversal, tipicamente circulares, mas elas podem também ter outros formatos tais como elíptico, quadrado, triangular ou oval.

[0082] A largura média das perfurações é geralmente maior do que 0.01 mm, preferivelmente maior do que 0.1 mm, preferivelmente maior do que 0.5 mm.

[0083] A largura média das fica preferivelmente compreendida entre 0,01 mm e 2 mm, mais preferivelmente entre 0,05 mm e 1,0 mm.

[0084] As perfurações passantes e parciais podem ter formato e/ou largura iguais diferentes entre si.

[0085] Tipicamente, as perfurações são uniformemente distribuídas sobre pelo menos uma parte, preferivelmente sobre toda a superfície da folha de material espumado, a uma distância que depende, entre outras coisas, da espessura desta folha.

[0086] Um exemplo do processo de dupla perfuração de um material

espumado com células fechadas é descrito na patente EP1026194B1.

[0087] A perfuração do material espumado causa a abertura de uma parte das macrocélulas fechadas.

[0088] O teor de células abertas é geralmente determinado de acordo com testes padrões tais como ASTM D2856-A.

[0089] Preferivelmente o material espumado depois da perfuração ainda compreende pelo menos 40% em volume, preferivelmente pelo menos 60%, mais preferivelmente pelo menos 65% de células fechadas.

[0090] Preferivelmente o material espumado depois da perfuração compreende pelo menos 10% em volume, preferivelmente pelo menos 20%, pelo menos 25%, pelo menos 30% de células abertas pela perfuração.

[0091] Preferivelmente o material espumado depois da perfuração compreende cerca de 10 a 50% em volume, preferivelmente cerca de 15 a 40%, de 20 a 35%, de células abertas pela perfuração.

[0092] A abertura de um certo número de células, no material espumado com células fechadas, confere melhores propriedades absorventes de som pois isto cria trajetos sinuosos para as ondas sonoras.

[0093] Além disso, sem ficar limitado a qualquer teoria interpretativa, a requerente julga que a combinação da estrutura macrocelular com a perfuração do material de espuma de poliolefinado também causa uma rápida e efetiva remoção do calor, surpreendentemente permitindo o uso destes materiais de poliolefina—caracterizados em si por propriedades térmicas inferiores— como materiais absorventes de som em lugar dos convencionais materiais DE poliuretano, bem conhecidos como tendo altos pontos de fusão, dentro da cavidade de pneus, isto é, em condições de consideráveis tensões térmicas e mecânicas.

[0094] No pneu da presente invenção o material absorvente de som é preferivelmente empregado como as uma única camada ou, alternativamente, como duas ou mais camadas acopladas entre si, e neste caso elas são

preferivelmente acopladas via laminação.

[0095] O material absorvente de som tem uma espessura maior do que cerca de 5 mm, geralmente de cerca de 5 a cerca de 50 mm, preferivelmente de 7 a 40 mm, mais preferivelmente de 10 a 30 mm.

[0096] Um exemplo de um material absorvente de som comercial particularmente preferido, composto de polietileno com macrocélulas fechadas perfuradas é designado Stratocell Whisper™, fornecido por Sogimi, ilustrado aqui na figura 6.

[0097] A fotografia da figura 6 permite apreciar a aparência desta amostra de Stratocell Whisper e o tamanho real de suas macrocélulas por comparação direta com a milimétrica da régua.

[0098] O material absorvente de som é vendido na forma de folhas, usualmente retangulares ou rolos.

[0099] Geralmente, uma das duas superfícies principais do material absorvente de som é coberta com uma camada de material adesivo adequando, por sua vez protegido por uma primeira película removível, enquanto que a outra superfície pode ter, ou não ter, uma segunda película protetora. Para a remoção da primeira película removível, é possível fazer o material absorvente de som aderir à superfície radialmente interna da camada impermeável de material elastomérico do pneu.

[00100] Alternativamente, é possível aplicar o material adesivo sobre o material elastomérico (forro) impermeável na porção de superfície sobre que é desejado posicionar o material absorvente de som e assim proceder à colagem do mesmo, ou sobre ambas superfícies.

[00101] Exemplos de materiais adesivos comumente empregados para estas finalidades são adesivos acrílicos, por exemplo, adesivos acrílicos modificados sensíveis a pressão, vendidos por Tekspan Automotive com o nome 2C ou por Nitto com o nome 5015TP ou D5952 ou os adesivos acrílicos via laminação 9472LE por 3M.

[00102] Entretanto, podem ser aplicados outros tipos de adesivos, que são comumente usados neste campo, desde que eles sejam adequados para assegurar a adesão estável do material absorvente de som ao material elastomérico do forro. Tipicamente esta camada é composta de borrachas de halobutila.

[00103] O material de espuma de poliolefinado com macrocélulas fechadas, preferivelmente perfuradas, aplicado no pneu de acordo com a presente invenção, mostra inesperadamente uma melhor adesão ao forro com respeito aos materiais de poliuretano convencionais com células fechadas menores.

[00104] No caso de um pneu preparado de acordo com processos convencionais, antes de fazer o material absorvente de som aderir à superfície radialmente interna do forro, é geralmente conveniente remover, partir de tal superfície, cada contaminante possivelmente restando a partir da etapa de formação; a remoção ocorre, por exemplo, mecanicamente via esfregamento e/ou quimicamente, por exemplo, com a ajuda de solventes.

[00105] Vantajosamente, usando um pneu em que tal superfície é substancialmente não contaminada, é possível proceder diretamente com a colagem do material absorvente de som, minimizando ou eliminando inteiramente a etapa de limpeza.

[00106] No pneu de acordo com a presente invenção, a pelo menos uma camada de material absorvente de som é aplicada em posição radialmente interna com respeito à camada impermeável de material elastomérico.

[00107] Em uma modalidade preferida, apenas uma camada de material absorvente de som é aplicada.

[00108] Em uma outra modalidade, duas ou mais camadas de materiais absorventes de som são aplicadas, iguais ou diferentes entre si, parcialmente ou de preferência totalmente superpostas, de que pelo menos uma

compreende um material de espuma de poliolefinado com macrocélulas fechadas preferivelmente perfuradas, como descrito acima.

[00109] No caso de múltiplas camadas, os materiais absorventes de som são preferivelmente aderidos entre si, por exemplo, via colagem ou via laminação.

[00110] No pneu de acordo com a presente invenção, o material absorvente de som é aplicado pelo menos sobre uma porção da superfície radialmente interna da camada impermeável de material elastomérico.

[00111] Preferivelmente, o material absorvente de som é aplicado sobre a superfície radialmente interna do material elastomérico impermeável que é estendida sobre toda a circunferência do pneu e axialmente pelo menos em uma porção de coroa do pneu, preferivelmente compreendida entre 10% e 70% da coroa do pneu.

[00112] Preferivelmente, o material absorvente de som é aplicado sobre a superfície radialmente interna do material elastomérico impermeável que é estendida sobre toda a circunferência do pneu e axialmente a de talão a talão.

[00113] Preferivelmente, o material absorvente de som é aplicado sobre a superfície radialmente interna do material elastomérico impermeável que é estendida por uma parte da circunferência do pneu.

[00114] Preferivelmente, o material absorvente de som é aplicado sobre a superfície radialmente interna do material elastomérico impermeável que é axialmente estendida em uma posição substancialmente centrada com respeito ao plano equatorial do pneu.

[00115] No pneu de acordo com a presente invenção, o material absorvente de som pode ser aplicado sobre a superfície radialmente interna do material elastomérico impermeável como a única tira ou em tiras múltiplas, preferivelmente circunferencialmente paralelas entre si ou com progressão inclinada com respeito ao plano equatorial.

[00116] Preferivelmente, o material absorvente de som é aplicado sobre a superfície radialmente interna do material elastomérico impermeável de uma maneira tal a distribuir a carga tão simetricamente quanto possível, de modo a evitar desbalancear a postura do pneu atitude.

[00117] Preferivelmente, o material absorvente de som é aplicado sobre a superfície radialmente interna do material elastomérico impermeável, impedindo a superposição das abas de extremidade das uma ou mais tiras de material.

[00118] Preferivelmente a cobertura da superfície interna é igual ou inferior a 100%, preferivelmente superior a 50%.

[00119] Preferivelmente a cobertura é obtida com um número variável de peças, preferivelmente superior ou igual a 1, preferivelmente inferior a 10.

[00120] Preferivelmente, o pneu da invenção é de alto desempenho (HP High Performance) ou de ultra alto desempenho, destinado a equipar veículos para transportar principalmente pessoas, tais sedan, van, caminhonete, SUV (veículo esportivo utilitário e/ou CUV (veículo utilitário de crossover); tipicamente, os pneus permitem altas velocidades de deslocamento.

[00121] Os pneus de alto e ultra alto desempenho são em particular aqueles que permitem alcançar velocidades maiores do que pelo menos 160 km/h, maiores do que 200 km/h e até acima de 300 km/h. Exemplos de tais pneus são aqueles pertencendo às classes "T", "U", "H", "V", "Z", "W", "Y", de acordo com a norma E.T.R.T.O. – (Organização Técnica Europeia para Pneus e Aros), em particular para veículos de quatro rodas com grande cilindrada. Tipicamente, os pneus pertencendo a estas classes têm largura com seção igual ou superior a 185 mm, preferivelmente não superior 325 mm, mais preferivelmente compreendida entre 195 mm e 325 mm. Tais pneus são preferivelmente montados sobre aro tendo diâmetros de encaixe iguais ou superiores a 38,1 cm, preferivelmente não superiores a que 60,96 cm, mais

preferivelmente compreendida entre 53,18 cm e 55,88 cm. Por SUV e CUV entende-se veículos com postura elevada, tipicamente com tração integral tendo cilindrada igual ou superior a 1800 cm³, mais preferivelmente compreendida entre 2000 cm³ e 6200 cm³. Preferivelmente, tais veículos têm massa maior do que 1400 kg, mais preferivelmente compreendida entre 1500 kg e 3000 kg.

[00122] O pneu da invenção pode ser usado com um pneu de verão, pneu de inverno, ou pneu tipo de “todas as estações” (pneus utilizáveis em todas as estações).

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[00123] Mais características e vantagens serão mais evidentes a partir da descrição detalhada de uma modalidade preferida, mas não exclusiva de um pneu à prova de som, de acordo com a presente invenção.

[00124] Tal descrição é dada aqui abaixo com referência aos desenhos anexos, fornecidos como exemplo não limitativo, em que:

- a figura 1 mostra esquematicamente show, em meio0 seção radial, um pneu à prova de som para rodas de veículo de acordo com a presente invenção;

- a figura 2 ilustra desempenhos de amortecimento para o ruído de cavidade no teste de percussão de um pneu de acordo com a invenção (amostras 1-3), e de um pneu de comparação C1, carecendo de material absorvente de som.

[00125] - As figuras 3 e 4 mostram os desempenhos de amortecimento para o ruído de cavidade no teste de medição de ruído em câmara semianecoica de um pneu de acordo com a invenção (amostra 3), e de pneus de comparação (C1), carecendo de material absorvente de som, e (C2), compreendendo uma espuma de poliuretano clássica com microcélulas abertas, nas velocidades de 65 e 80 km/h.

[00126] - As figuras 5a e 5b apresentam os gráficos relativos ao ruído

interno medido em testes de estrada a velocidades compreendidas entre 40 e 80 km/h, em dois pontos no compartimento de motorista/passageiro de um carro com pneus de acordo com a invenção, compreendendo material de espuma de polietileno com macrocélulas fechadas perfuradas (amostra 3), ou pneus comparativos compreendendo espumas de poliuretano com microcélulas abertas (C2, C3) ou compreendendo material de espuma de polietileno com células fechadas não perfuradas menores (C4 e C5).

[00127] A figura 6 é a fotografia de uma amostra de material de espuma de poliolefinado com macrocélulas fechadas perfuradas preferivelmente usado no pneu à prova de som de acordo com a presente invenção, em seguida a uma régua de referência com escala milimétrica.

[00128] A figura 7 reporta os desempenhos de amortecimento para o ruído de cavidade no teste de medição de ruído em câmara semianecoica de um pneu de acordo com a invenção (amostra 3), antes e depois do teste de fadiga.

DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[00129] A figura 1 mostra esquematicamente, em meio seção radial, um pneu à prova de som para rodas de veículo compreendendo material de espuma de poliolefinado com macrocélulas fechadas de acordo com a presente invenção.

[00130] Em particular, na figura 1, “a” indica uma direção axial e “X” indica uma direção radial, em particular com X-X a linha do plano equatorial é indicada.

[00131] O pneu 100 para veículos de quatro rodas compreende pelo menos uma estrutura de carcaça, compreendendo pelo menos uma camada de carcaça 101 tendo abas de extremidade respectivamente opostas engatadas com respectivas estruturas de ancoragem anulares 102, chamadas núcleos de talão, possivelmente associadas com um enchimento de talão 104. A zona do pneu compreendendo o núcleo de talão 102 e o enchimento 104, forma uma

estrutura de talão 103 destinada a ancorar o pneu sobre um correspondente aro de montagem, não mostrado.

[00132] A estrutura de carcaça é usualmente de tipo radial, isto é, os elementos de reforço da pelo menos uma camada de carcaça 101 são situados sobre planos compreendendo o eixo de rotação do pneu e substancialmente perpendiculares ao plano equatorial do pneu. Ditos elementos de reforço são geralmente constituídos por cordonéis têxteis, por exemplo, de rayon, nylon, poliéster (por exemplo, naftalato de polietileno (PEN)). Cada estrutura de talão é associada com a estrutura de carcaça por meio de dobramento para trás das bordas laterais opostas da pelo menos uma camada de carcaça 101 em torno da estrutura de ancoragem anular 102 de uma maneira tal a formar os chamados reviramentos da carcaça 101a como ilustrado na figura 1.

[00133] Em uma modalidade, o acoplamento entre a estrutura de carcaça e a estrutura de talão pode ser previsto por meio de uma segunda camada de carcaça (não mostrada na figura 1) aplicada em uma posição axialmente externa com respeito à primeira camada de carcaça.

[00134] Uma tira antiabrasiva 105 feita com material elastomérico é arranjada em uma posição externa de cada estrutura de talão 103.

[00135] A estrutura de carcaça é associada com uma estrutura de cinta 106 compreendendo uma ou mais camadas de cinta 106a, 106b situadas em superposição radial uma com respeito à outra e com respeito à camada de carcaça, tendo tipicamente cordonéis de reforço têxteis e/ou metálicos incorporados em uma camada de composição elastomérica.

[00136] Tais cordonéis de reforço podem ter orientação cruzada respeito a uma direção de extensão circunferencial do pneu 100. Por direção “circunferencial”, entende-se uma direção genericamente apontada de acordo com o sentido de rotação do pneu.

[00137] Em posição radialmente mais externa com respeito às camadas de cinta 106a, 106b, pelo menos uma camada de reforço circunferencial 106c

é aplicada, comumente conhecida como “cinta 0°”, compreendendo pelo menos uma camada de cinta circumferencial.

[00138] A camada de reforço (cinta circumferencial) pode compreender uma pluralidade de cordoneis tipicamente metálicos e/ou têxteis.

[00139] Em posição radialmente externa com respeito à estrutura de cinta 106, é aplicada uma banda de rodagem 109 que é feita de material elastomérico, como outros produtos semiacabados constituindo o pneu 100.

[00140] As respectivas paredes laterais 108 feitas de material elastomérico são também aplicadas em posição axialmente externa sobre as superfícies laterais da estrutura de carcaça, cada uma estendida a partir de uma das bordas laterais 110 da banda de rodagem 109 até a respectiva estrutura de talão 103. A porção de pneu compreendida entre as bordas 110 identifica a coroa C do pneu. Nesta coroa C, assim até as bordas 110 em posição radialmente interna com respeito à banda de rodagem, a estrutura de cinta 106 é preferivelmente estendida.

[00141] Em posição radialmente externa, a banda de rodagem 109 tem uma superfície de rodagem 109a destinada a entrar em contato com o solo. Sulcos circumferenciais, que são conectados por entalhes transversais (não representados na figura 1) de modo a definir uma pluralidade de blocos de vários formatos e tamanhos distribuídos sobre a superfície de rodagem 109a, são geralmente obtidos nesta superfície 109a, que é representada lisa na figura 1 para fins de simplicidade.

[00142] Uma subcamada 111 pode ser arranjada entre a estrutura de cinta 106 e a banda de rodagem 109.

[00143] Uma camada impermeável de material elastomérico 112, geralmente conhecida como “forro”, proporciona a necessária impermeabilidade ao ar de inflação do pneu, e é tipicamente arranjada em uma posição radialmente interna com respeito à camada de carcaça 101.

[00144] A superfície radialmente interna 113 da camada impermeável

de material elastomérico 112 é aderida, por exemplo, por meio de colagem, a uma camada de material absorvente de som 301 compreendendo um material de espuma de poliolefinado com macrocélulas fechadas preferivelmente perfuradas.

[00145] A camada de material absorvente de som pode ser feita aderir à superfície radialmente interna 113 da camada impermeável de material elastomérico por meio de colagem com adesivos adequados, tais como um adesivo acrílico, ou via encaixe, ou compressão fazendo a camada absorvente de som de maior tamanho do que o diâmetro interno do pneu.

[00146] Com referência à figura 1, um pneu 100 é mostrado em seção radial que apoia uma camada absorvente de som 301, feita de material de espuma de poliolefinado com macrocélulas fechadas preferivelmente perfuradas. A camada absorvente de som 301 é feita solidária com a superfície radialmente interna 113 da camada impermeável de material elastomérico 112 na porção de coroa C por meio de colagem, ocupando em extensão axial pelo menos uma parte de dita porção de coroa.

[00147] Um processo para produzir um pneu à prova de som para rodas de veículo compreende:

- i) prever um pneu vulcanizado e moldado
 - ii) opcionalmente, limpar pelo menos uma porção da superfície radialmente interna do pneu, e
 - iii) aplicar um material absorvente de som pelo menos sobre a porção, opcionalmente limpa, da superfície radialmente interna do pneu,
- em que o material absorvente de som compreende um material de espuma de poliolefinado com macrocélulas fechadas, caracterizado por um tamanho médio de célula de pelo menos 1,5 mm, mais preferivelmente de pelo menos 3 mm, ainda mais preferivelmente de pelo menos 4 mm de acordo com ASTM D3576, preferivelmente perfurada.

[00148] Com respeito ao material absorvente de som, a presente

processo preferivelmente proporciona o uso dos materiais nos modos de aplicação preferidos já indicados em relação ao pneu à prova de som de acordo com a invenção.

[00149] A operação de limpeza ii) do presente processo é geralmente realizada se o pneu fornecido na etapa i) está contaminado sobre a superfície radialmente interna da camada impermeável de material elastomérico por lubrificantes ou óleos ou emulsões e soluções antiadesivas aplicadas ali durante a formação do pneu, como ocorre no caso de pneus preparados de acordo com processos convencionais.

[00150] A presença destes contaminantes geralmente não permite aplicar o material absorvente de som sobre a superfície interna do forro com uma adesão adequada para resistir a tensão subsequente durante o uso, mesmo empregando-se colas altamente adesivas, caras e difíceis de manusear.

[00151] Em um tal caso, a fim de remediar estes problemas, é preferido proceder com a operação de limpeza, pelo menos sobre a parte da superfície radialmente interna do forro afetada pela aplicação do material absorvente de som.

[00152] A limpeza pode ser conduzida de acordo com qualquer método adequado, tanto mediante remoção mecânica com esponjas, panos ou escovas e mediante dissolução dos contaminantes com solventes apropriados ou combinações dos mesmos.

[00153] Vantajosamente, fornecendo ao invés um pneu em que tal superfície é substancialmente não contaminada, é possível proceder diretamente com a colagem do material absorvente de som, minimizando ou evitando inteiramente a operação de limpeza.

[00154] A operação de aplicar um material absorvente de som sobre pelo menos uma porção da superfície radialmente interna da camada impermeável de material elastomérico, opcionalmente limpa, é preferivelmente conduzida mediante colagem.

[00155] A colagem do material absorvente de som é conduzida usando adesivos ou colas adequadas para esta finalidade, preferivelmente adesivos acrílicos.

[00156] A fim de aplicar o material absorvente de som mediante colagem, o adesivo pode ser aplicado pelo menos sobre uma porção de uma das duas superfícies principais do material absorvente de som, sobre pelo menos uma porção da superfície radialmente interna da camada impermeável de material elastomérico, ou sobre ambas, em porções correspondentes ou não correspondentes.

[00157] Preferivelmente, uma vez que eles são comercialmente disponíveis, materiais absorventes de som em forma de folha ou rolo são usados, já arranjados com uma camada adicional de material adesivo depositada sobre uma das superfícies principais, camada de adesivo adequadamente protegida por uma primeira película removível.

[00158] Para a aplicação, depois de ter possivelmente cortado o material absorvente de som no tamanho, a primeira película protetora é removida da camada de adesivo e é aplicada sobre a porção de superfície desejada do forro sob pressão, manualmente ou com sistemas automatizados apropriados.

[00159] O material absorvente de som é tipicamente vendido com uma outra (segunda) película protetora removível arranjada sobre a outra superfície principal, aquela não coberta pelo adesivo. Esta segunda película, que principalmente desempenha funções de proteção para o material espumado absorvente de som, é geralmente constituída por uma película termoplástica.

[00160] No pneu à prova de som de acordo com a presente invenção, esta segunda película pode ser deixada aderir, ou é preferivelmente removida, depois da aplicação do material absorvente de som.

[00161] A requerente observou que os desempenhos acústicos do pneu

de acordo com a invenção são geralmente melhorados se esta segunda película do material absorvente de som é removida.

[00162] A requerente constatou que estes materiais absorventes de som particulares, usados para isolamento acústico de prédios e equipamentos ou criando barreiras antirruído para rodovias, assim para aplicações estáticas e/ou em condições de temperatura controladas, são surpreendentemente adequados e eficazes no amortecimento do ruído de ressonância, mesmo quando posicionados dentro da cavidade de um pneu – isto é, em condições de considerável tensão mecânica e térmica - mesmo se eles são compostos de poliolefinas, bem conhecidas como tendo pontos de fusão mais baixos com respeito aos poliuretanos tipicamente usados para esta aplicação.

[00163] Vantajosamente, estes materiais têm estabilidade hidrolítica e não absorvem água. Além disso, devido à característica morfológica das macrocélulas, eles são particularmente leves, contribuindo para a redução global do peso do pneu acabado.

[00164] Os exemplos a seguir são agora dados para finalidades ilustrativas e não limitativas.

EXEMPLOS

TESTES FONOMÉTRICOS

[00165] A fim de avaliar os desempenhos na atenuação do ruído de cavidade de materiais absorventes de som da presente invenção e dos materiais comparativos, pneus de amostra eram preparados aplicando tiras dos materiais pré-selecionados sobre a superfície interna do forro de acordo com os modos descritos em detalhe abaixo.

[00166] Os desempenhos acústicos eram então medidos por meio de testes fonométricos conduzidos tanto sobre o pneu montado sobre o aro (teste de percussão ou teste do martelo) e sobre o pneu montado sobre um carro, com avaliações em um ajuste fechado (teste em uma câmara semianecoica) e sobre a rodovia (medições do ruído do compartimento de

motorista/passageiro e opinião do aplicador do teste).

Preparação das amostras

[00167] A superfície interna do forro feita de material bromobutílico de um pneu Pirelli 275/45R20 na porção de coroa foi limpa com uma esponja abrasiva macia a fim de remover toda contaminação da solução antiadesiva aplicada durante a etapa de vulcanização.

[00168] Subsequentemente, o material absorvente de som selecionado foi aplicado como uma única tira sobre tal superfície, por meio de uma camada de adesivo acrílico interposta entre a espuma e o forro. A outra superfície da espuma, não adesiva, era coberta por uma película protetora removível.

[00169] O material absorvente de som foi aplicado cobrindo a superfície interna do forro para toda a circunferência, simetricamente com respeito ao plano equatorial.

[00170] Os desempenhos do pneu compreendendo a espuma de polietileno com macrocélulas fechadas perfuradas, A de acordo com a invenção (amostras 1-3) foram comparados com aqueles de um pneu de base carecendo de espumas absorventes de som (amostra C1) e com aqueles de pneus comparativos compreendendo a espuma de poliuretano com microcélulas abertas B em duas diferentes espessuras (20 e 10 mm) (amostras C2-C3) e espumas de polietileno com microcélulas fechadas não perfuradas D1 e D2 (amostras C4, C5)

[00171] A espuma A era uma espuma de polietileno com macrocélulas fechadas, com dupla perfuração; densidade 25 kg/m³ medida de acordo com ASTM D3575-08 Sufixo W; Células/25 mm < 10 de acordo com BS 4443/1 Met.4; espessura 10 ou 20 mm, vendida por Sogimi com o nome comercial Stratocell Whisper® (figura 6). Esta espuma tinha uma primeira superfície, coberta com adesivo e com uma primeira película protetora, e uma segunda superfície, diretamente coberta por uma segunda película protetora. Nas

amostras 1 e 2, a segunda película protetora era mantida; esta era, ao invés, removida na amostra 3.

[00172] A espuma B era uma espuma de poliuretano com microcélulas abertas PL38LWF (Tekspan Automotive), densidade 35-41 kg/m³ (ISO 1855), número de células/25 mm >40, espessura 10 ou 20 mm.

[00173] A espuma D1 era uma espuma de poliolefina reticulada com microcélulas fechadas, número de células/25 mm >40); densidade 33 ± 3.5 kg/m³ medida de acordo com ISO 845-88; vendida por Tekspan Automotive com o nome comercial K630.

[00174] A espuma D2 era uma espuma de polietileno reticulada microcélulas fechadas (número de células/25 mm >40); densidade 30 ± 5 kg/m³ média de acordo com ISO 845-88; vendida por Tekspan Automotive com o nome comercial de X105 SM.

[00175] Na Tabela 2 a seguir, as amostras dos pneus assim preparadas são reportadas junto com suas características estruturais:

Tabela 2

Amostra No.	1	2	3	C1	C2	C3	C4	C5
Tipo de espuma	A	A	A	não	B	B	D1	D2
Densidade da espuma kg/m ³	25 ¹	25 ¹	25 ¹	--	38 ²	38 ²	33 ³	30 ³
Número de células / 25 mm	<10 ⁴	<10 ⁴	<10 ⁴	--	>40	>40	>40	>40
Tamanho médio de célula	>1,5mm	>1,5 mm	>1,5 mm	--	<1,5 mm	<1,5 mm	<1,5 mm	<1,5 mm
Largura Espessura da espuma	90 mm 10 mm	90 mm 20 mm	180 mm 20 mm	--	180 mm 20 mm	180 mm 10 mm	180 mm 10 mm	180 mm 10 mm
Segunda película	Sim	Sim	Não					

Chave: A: polietileno com macrocélulas fechadas e dupla perfuração; B: poliuretano com microcélulas abertas não perfuradas; D1: poliolefina reticulada com microcélulas fechadas; D2: polietileno reticulado com microcélulas fechadas. Densidade de teste: 1 (ASTM D3575-08 Sufixo W), 2 (ISO 1855), 3 (ISO 845-88); Número de células: 4 (teste: BS 4443/1

Met.4), Pneu 275/45R20

Teste de percussão (teste de martelo)

[00176] Este teste interno, com caráter substancialmente qualitativo, é empregado para uma seleção preliminar dos materiais com base na sua eficácia em amortecer o ruído de cavidade.

[00177] Os pneus das amostras 1 – 3 de acordo com a invenção (com espuma de polietileno A) e o pneu comparativo C1 (sem espuma) foram montados sobre um aro 9JX20 E.T.R.T.O. e inflados à pressão de 0,26 MPa (2,6 bar).

[00178] Cada pneu, sem carga, era batido com martelo dinamométrico e as amplitudes dos sons produzidos nas várias frequências pela percussão eram registrados ao longo do eixo X e reportados no diagrama da figura 2.

[00179] Como pode ser observado a partir dos gráficos, o fenômeno da ressonância de cavidade é mostrado com uma série de picos aproximadamente entre 170 e 200 Hz.

[00180] A intensidade do pico de ressonância do pneu de base (C1), carecendo de espuma absorvente de som, presente a cerca de 190 HZ, resultava amortecida para todas as amostras 1-3, proporcionalmente à espessura da espuma. Um aumento considerável da atividade absorvente de som era também observado para a amostra carecendo de ambos protetores de película (amostra 3), que na espessura de 20 mm mostravam a melhor atividade de amortecimento dentre as amostras testadas.

- Medição do ruído no compartimento de motorista/passageiro em uma câmara semianecoica

[00181] Com este teste, os desempenhos de amortecimento acústico de pneus de acordo com a invenção (amostra 3) foram comparados com aqueles de pneus de comparação, carecendo de espumas absorventes de som (C1), ou compreendendo espumas de poliuretano convencionais (C2), em uma câmara semianecoica.

[00182] Os pneus sob avaliação foram montados sobre aros 9JX20 E.T.R.T.O., inflados à pressão de 0,26 MPa (2,6 bar) e montados sobre um carro.

[00183] Para cada conjunto de pneus, a intensidade do ruído era medida dentro do compartimento de motorista/passageiro com o aumento da velocidade, entre 20 e 150 km/h. Os testes oficiais dos fabricantes de automóveis avaliam os desempenhos de amortecimento para o ruído de cavidade dos pneus a velocidades geralmente compreendidas entre 40 e 80 km/h, uma vez que a velocidades menores ou maiores do que esta faixa, existem outros fenômenos de geração de ruído que tornam as medições de pouca significância.

[00184] Reportadas nas figuras 3 e 4 são as curvas de intensidade do som medido no compartimento de motorista/passageiro do veículo para os diferentes pneus sob exame com respeito às frequências, respectivamente na velocidade de 65 e 80 km/h.

[00185] Como pode ser observado, na frequência do pico de ressonância da cavidade (cerca de 190 Hz), a amostra de pneu 3 mostra uma eficácia de amortecimento para o ruído comparável com aquela do pneu compreendendo uma espuma de poliuretano convencional (C2). Portanto, a partir deste teste, é inferido que os pneus à prova de som da presente invenção, vantajosos pela estabilidade hidrolítica e a não higroscopicidade das espumas absorventes de som, são pelo menos comparáveis em termos de desempenhos acústicos com pneus à prova de som conhecidos, compreendendo espumas de poliuretano convencionais.

- Medição do ruído do compartimento de motorista/passageiro sobre a rodovia

[00186] Com este teste, os desempenhos de amortecimento acústico sobre a rodovia da amostra de pneu 3 de acordo com a invenção foram comparados com aqueles de pneus de comparação, carecendo de amostra absorvente de som (C1), ou compreendendo espumas de poliuretano

convencionais (C2, C3), ou espuma de polietilenos com microcélulas fechadas não perfuradas, (C4, C5).

[00187] Os pneus sob exame eram montados sobre aros 9.0Jx20, inflados à pressão de 0,23 – 0,25 MPa (2,3 – 2,5 bar) e montados sobre um carro VW Tuareg 3.0 TD.

[00188] O carro foi levado à velocidade de cerca de 80 km/h, sobre uma pista asfaltada irregular, à temperatura de 9-13°C, depois do que o motor era desligado e o ruído no compartimento de motorista/passageiro era medido e avaliado pelo aplicador do teste, até que o veículo parasse.

[00189] A medição do ruído no compartimento de motorista/passageiro era realizada arranjando os microfones no centro do carro (canal da direita) e lado da janela (canal da esquerda), a velocidades do carro compreendidas entre 40 e 80 km/h e nas frequências de 0 a 22000 Hz.

[00190] Como é inferido a partir das figuras 5a e 5b, o ruído medido nas duas diferentes posições dentro do compartimento de motorista/passageiro (gráfico superior figura 5a, centro do carro, gráfico inferior à figura 5b, lado da janela), aumenta com o aumento da velocidade.

[00191] A partir dos gráficos, é observado que o pneu 3, de acordo com a invenção, tem pelo menos a mesma, se não maior, eficácia em reduzir o ruído no compartimento de motorista/passageiro com respeito aos pneus à prova de som compreendendo espumas de poliuretano com microcélulas abertas convencionais (C2, C3), e espuma de polietilenos com microcélulas fechadas não perfuradas (C4, C5).

[00192] Reportada nas tabelas 3 e 4 que se seguem é a intensidade do som medida na frequência de pico de cerca de 190 Hz e nas velocidades de 60 e 80 km/h, respectivamente, nas duas posições dentro do compartimento de motorista/passageiro do carro para os diferentes pneus sob exame:

Tabela 3

Velocidade de 60 km/h	Centro do carro (dB)	Lado da janela (dB)
-----------------------	----------------------	---------------------

Amostra		
3	61,0	62,7
C1	61,4	63,6
C2	60,8	62,9
C3	61,1	63,0
C4	61,2	63,3
C5	61,0	62,9

Tabela 4

Velocidade de 80 km/h	Centro do carro (dB)	Lado da janela (dB)
Amostra		
3	63,4	65,1
C1	64,0	66,0
C2	63,8	65,6
C3	63,6	65,5
C4	63,8	65,5
C5	63,6	65,3

[00193] A partir dos dados acima, pode ser apreciado que os pneus de acordo com a presente invenção (amostra 3) geralmente têm uma eficácia de amortecimento para o ruído pelo menos igual, se não superior, àquela mostrada pelas espumas de poliuretano clássicas (C1 e C2).

[00194] Mais particularmente, os dados relativos às medições nas velocidades de 60 e 80 km/h mostram que a espuma de polietilenos com macrocélulas perfuradas, empregada nestes testes, têm uma capacidade de reduzir o ruído de cavidade que é mesmo melhor do que aquela das espumas de poliuretano clássicas e espumas de polietileno com microcélulas não perfuradas.

- Avaliação pelo aplicador do teste do ruído sobre a rodovia

[00195] O aplicador de teste em carro, nas condições de condução acima descritas, expressou a seguinte opinião com respeito ao ruído percebido no compartimento de motorista/passageiro:

Tabela 5

Amostra de pneu	Opinião a respeito de ruído	Notas
3	+	Geralmente similar a ou ligeiramente melhor que C2
C1	+++	O ruído era desagradável, descontínuo e penetrante
C2	++	Passando de 80 km/h para as velocidades mais baixas, o ruído de cavidade aumenta, ainda permanecendo aceitável

Ruído: +++ alto; ++ médio; + médio -baixo;

[00196] Também a partir da opinião do aplicador do teste, pode ser concluído que o pneu de acordo com a invenção mostra desempenhos de absorção de som comparáveis com, se não maiores do que, aqueles de pneus à prova de som compreendendo espumas de poliuretano convencionais.

Avaliação da duração das espumas absorventes de som

[00197] Um pneu 275/45 R20 110W de acordo com a invenção (amostra 3), inflado à pressão de 0,3 MPa (3,0 bar), foi submetido a um teste de fadiga em um ajuste fechado que consistia de fazê-lo rodar a uma velocidade constante de 80 km/h, à temperatura de 25°C, a uma carga constante de 1380 kg, sobre um pneu de rua com diâmetro de 2,0 m por 400 horas, verificando a integridade da camada absorvente de som a intervalos de 80 horas, por parada e desmontagem do pneu. O pneu de acordo com a invenção não mostrou sinais de deterioração intermediária, e ele excedeu as 400 horas predeterminadas sem destacamentos ou danos da camada absorvente de som.

Avaliação dos desempenhos acústicos das espumas absorventes de som depois do teste de fadiga

[00198] O pneu de acordo com a invenção (amostra 3) foi submetido, antes e depois do teste de fadiga em uma câmara semianecoica acima descrita, à medição dos desempenhos acústicos.

[00199] A figura 7 reporta os gráficos do ruído – medido em Pa de acordo com a curva de ponderação “A” mais similar ao ouvido humano – produzido pelo pneu de acordo com a invenção nas frequências de 192 e 208 Hz, e na faixa de velocidades partir de 80 a 60 km/h, antes e depois do teste de fadiga. Como é visto nas curvas superpostas, o material absorvente de som surpreendentemente mantinha a mesma atividade de absorção de som depois de 400 horas de rodagem.

REIVINDICAÇÕES

1. Pneu à prova de som (100) para rodas de veículo, que compreende pelo menos:

- um material absorvente de som (301) aplicado pelo menos em uma porção da superfície radialmente interna (113) do pneu, preferivelmente da camada de material elastomérico impermeável (112), em que o dito material absorvente de som compreende um material de poliolefina espumado com macrocélulas fechadas caracterizado pelo fato de que as macrocélulas fechadas são distinguidas por um tamanho médio de pelo menos 1,5 mm de acordo com ASTM D3576.

2. Pneu (100) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que as ditas macrocélulas fechadas são distinguidas por um tamanho médio de pelo menos 4 mm de acordo com ASTM D3576.

3. Pneu (100) de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que o dito material de poliolefina espumado com macrocélulas fechadas compreende pelo menos uma perfuração por 10 cm² de pelo menos uma superfície do próprio material.

4. Pneu (100) de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que o dito material de poliolefina espumado com macrocélulas fechadas compreende pelo menos 30 perfurações por 10 cm² de pelo menos uma superfície do próprio material.

5. Pneu (100) de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que o dito material de poliolefina espumado com células fechadas, compreende uma quantidade de células em 25 mm menos do que 30.

6. Pneu (100) de acordo com a reivindicação 5, caracterizado pelo fato de que o dito material de poliolefina espumado com células fechadas compreende um número de células em 25 mm menos do que 10.

7. Pneu (100) de acordo com qualquer uma das reivindicações

2 a 6, caracterizado pelo fato de que o dito material de poliolefina espumado com células fechadas está na forma de lâmina com duas superfícies principais opostas e compreende em pelo menos uma de duas superfícies pelo menos uma perfuração a cada 4 cm².

8. Pneu (100) de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que a dita forma de lâmina compreende em pelo menos uma das duas superfícies pelo menos uma perfuração a cada 1 cm².

9. Pneu (100) de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que o dito material de poliolefina espumado com células fechadas é obtido através da expansão de um material de poliolefina selecionado dentre homo- e copolímeros de etileno, de propileno, de alfa-olefina C₄-C₂₀ ou misturas dos mesmos.

10. Pneu (100) de acordo com a reivindicação 9, caracterizado pelo fato de que o dito material de poliolefina é um polietileno de baixa densidade (LDPE), com uma densidade igual a ou menor que 0,940 g/cm³.

11. Pneu (100) de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que o material de poliolefina espumado tem uma densidade não maior do que 40 Kg/m³.

12. Pneu (100) de acordo com a reivindicação 11, caracterizado pelo fato de que o material de poliolefina espumado possui uma densidade não maior do que 30 Kg/m³.

13. Pneu (100) de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 a 12, caracterizado pelo fato de que o material de poliolefina espumado compreende pelo menos 10% de células abertas pela perfuração.

14. Pneu (100) de acordo com a reivindicação 13, caracterizado pelo fato de que o material de poliolefina espumado compreende pelo menos 25% de células abertas pela perfuração.

15. Pneu (100) de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 a 14, caracterizado pelo fato de que o material de poliolefina

espumado compreende pelo menos uma perfuração transpassante e pelo menos uma perfuração parcial.

16. Pneu (100) de acordo com qualquer uma das reivindicações 3 a 15, caracterizado pelo fato de que as perfurações do material de poliolefina espumado perfurado são uniformemente distribuídas sobre a superfície inteira do material.

17. Pneu (100) de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores 3 a 16, caracterizado pelo fato de que as perfurações do material de poliolefina espumado perfurado têm uma largura média maior do que 0,01 mm.

18. Pneu (100) de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que a espessura do material de poliolefina espumado é maior do que 5 mm.

19. Pneu (100) de acordo com qualquer uma das reivindicações anteriores, caracterizado pelo fato de que o dito pneu é de alto desempenho (HP High Performance) ou ultra alto desempenho (UHP Ultra High Performance).

20. Processo para produção de um pneu à prova de som (100) para rodas de veículo, caracterizado pelo fato de que compreende:

- i) prover um pneu vulcanizado e moldado;
 - ii) opcionalmente, limpar pelo menos uma porção da superfície radialmente interna (113) do pneu, e
 - iii) aplicar um material absorvente de som (301) pelo menos na porção, opcionalmente limpa, da superfície radialmente interna do pneu,
- em que o material absorvente de som compreende um material de poliolefina espumado com macrocélulas fechadas distinguidas por um tamanho de célula médio de pelo menos 1,5 mm de acordo com ASTM D3576.

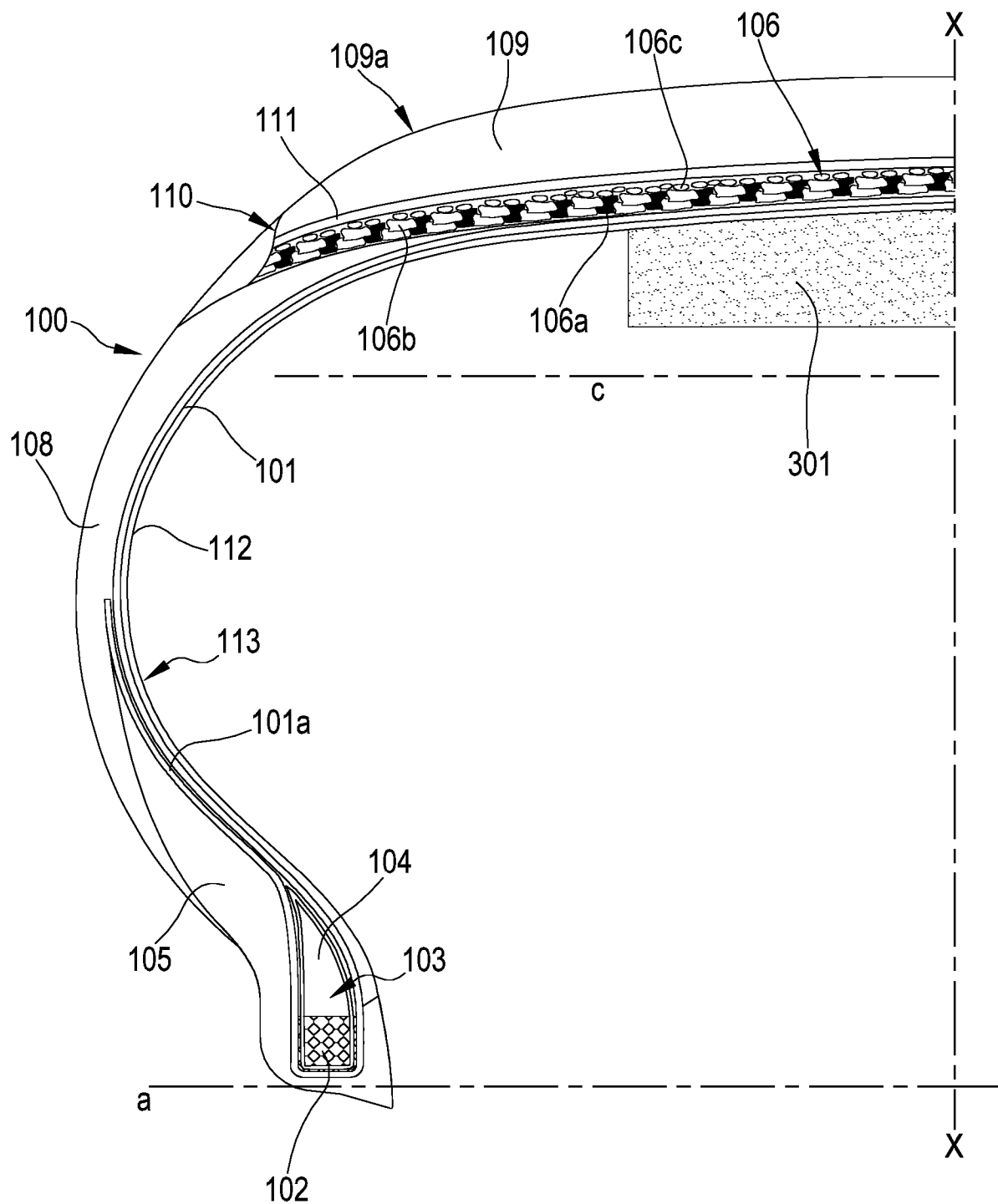


FIG.1

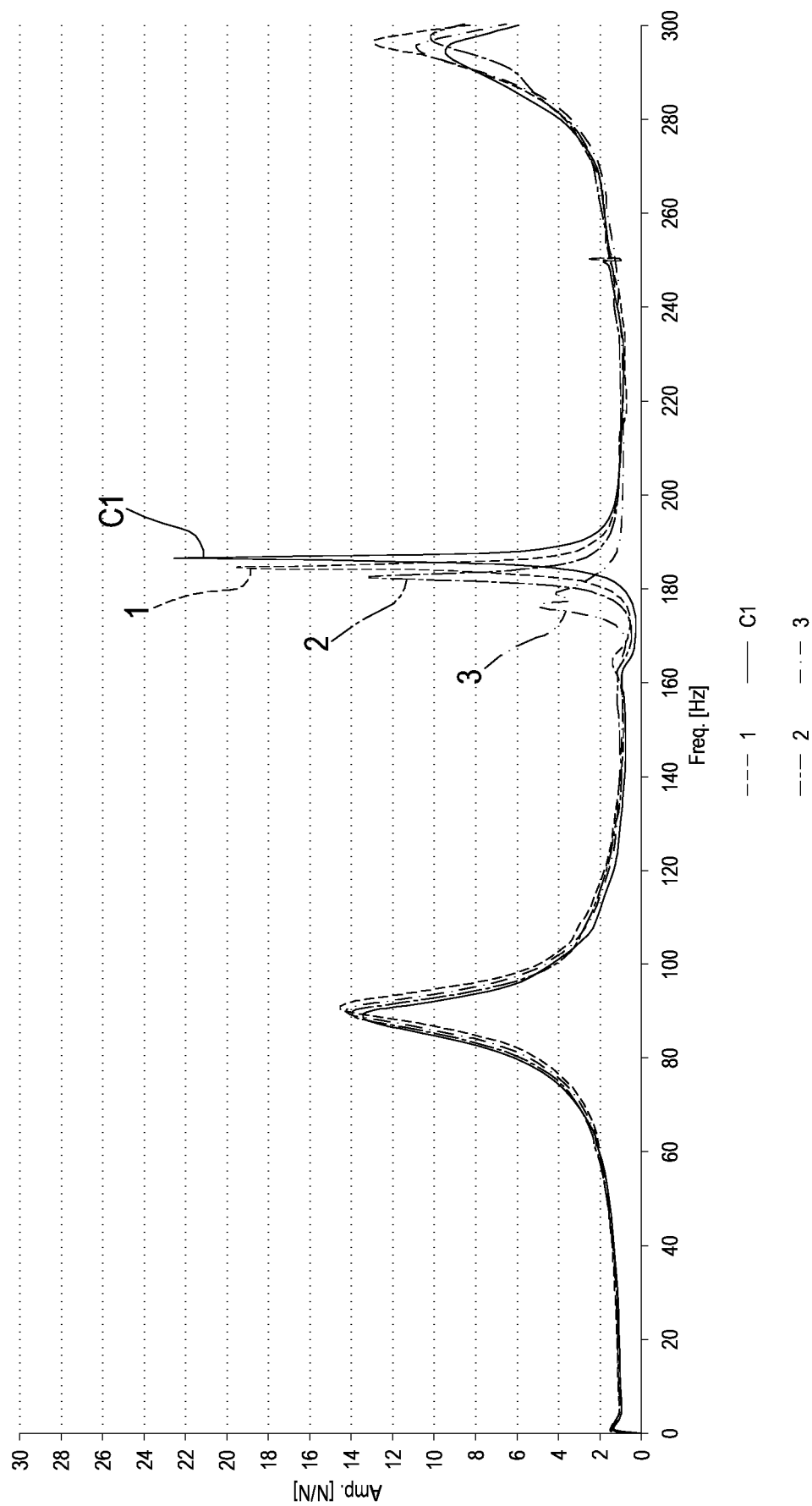


FIG.2

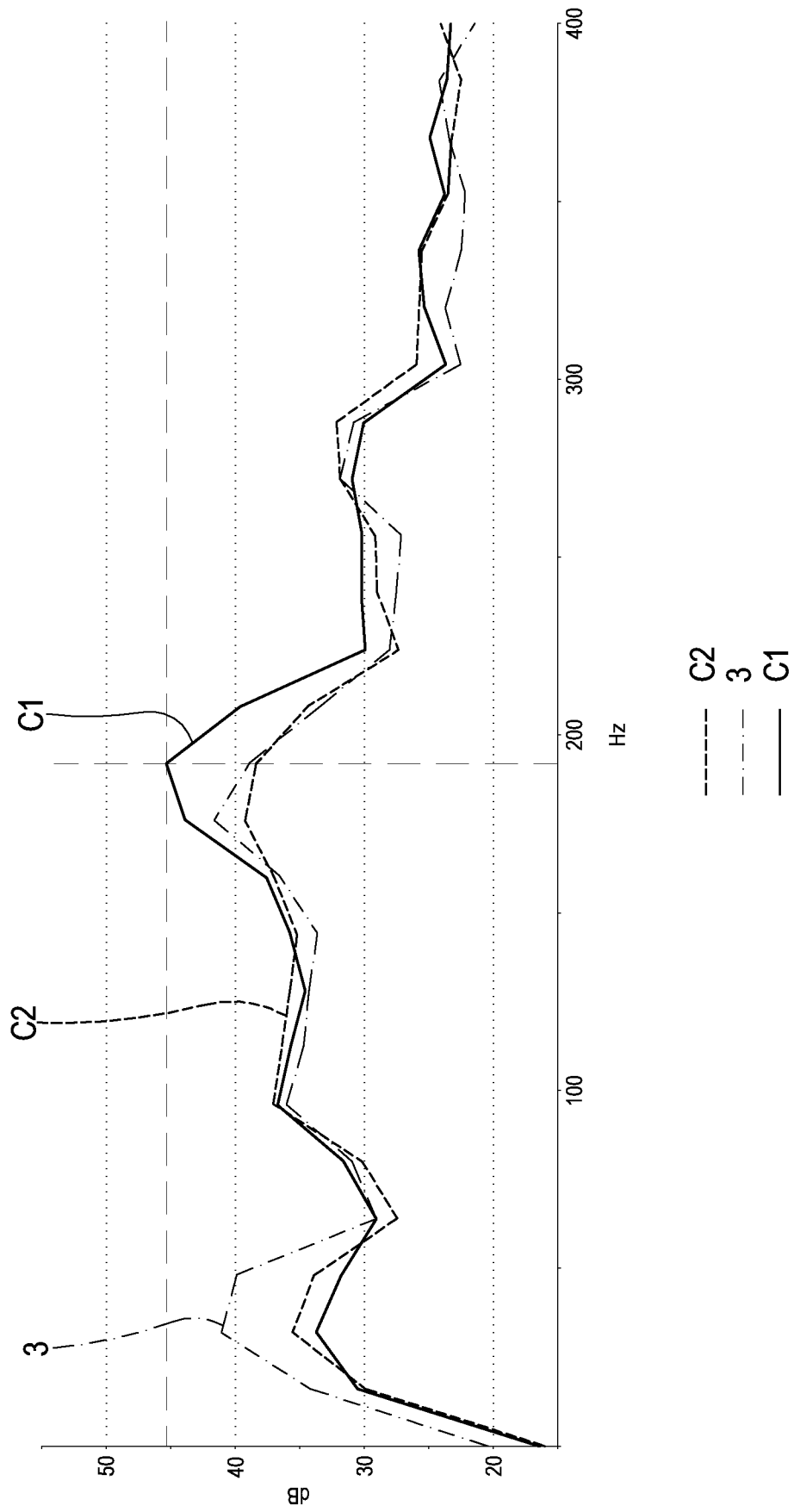


FIG.3

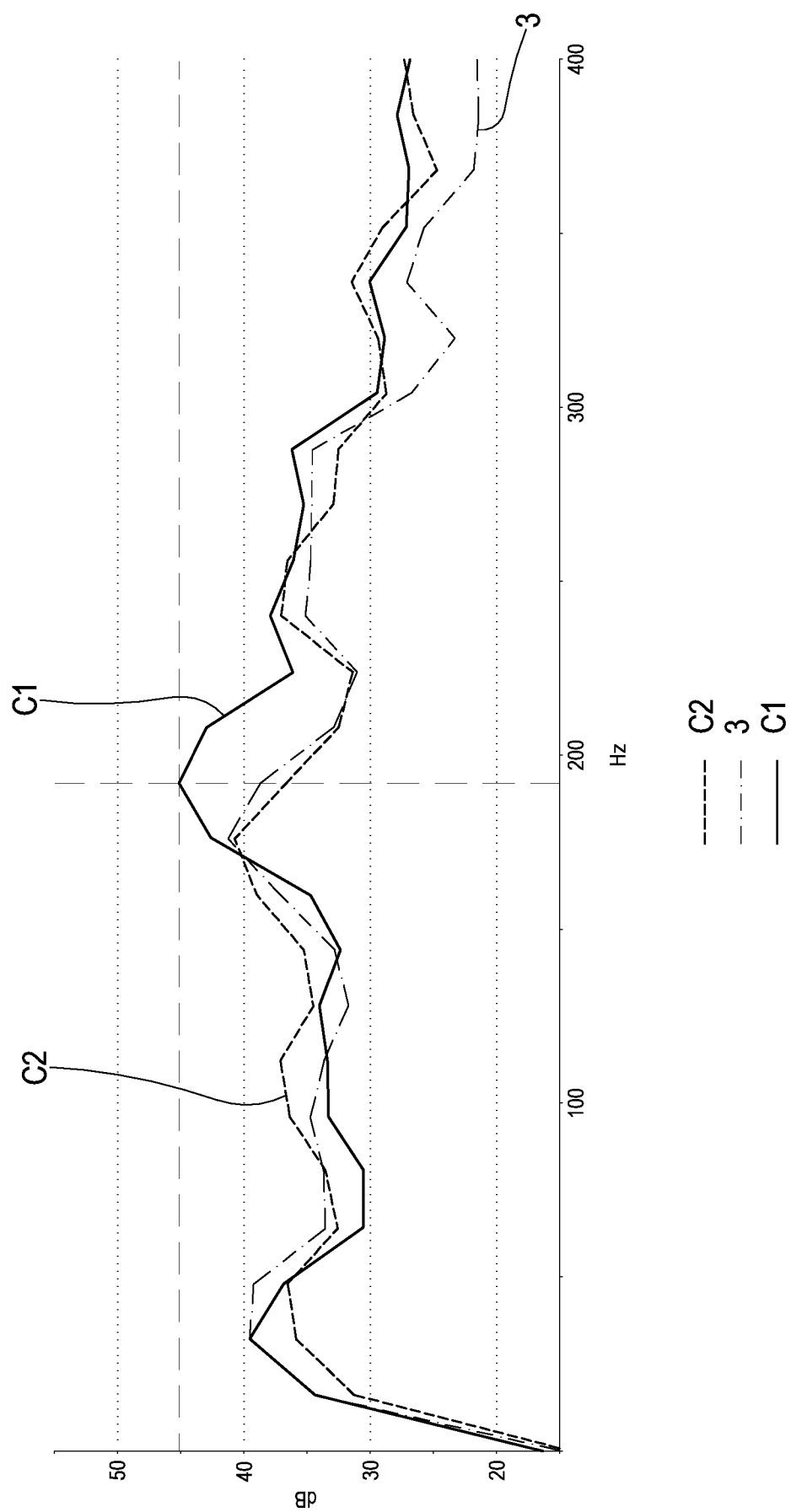


FIG.4

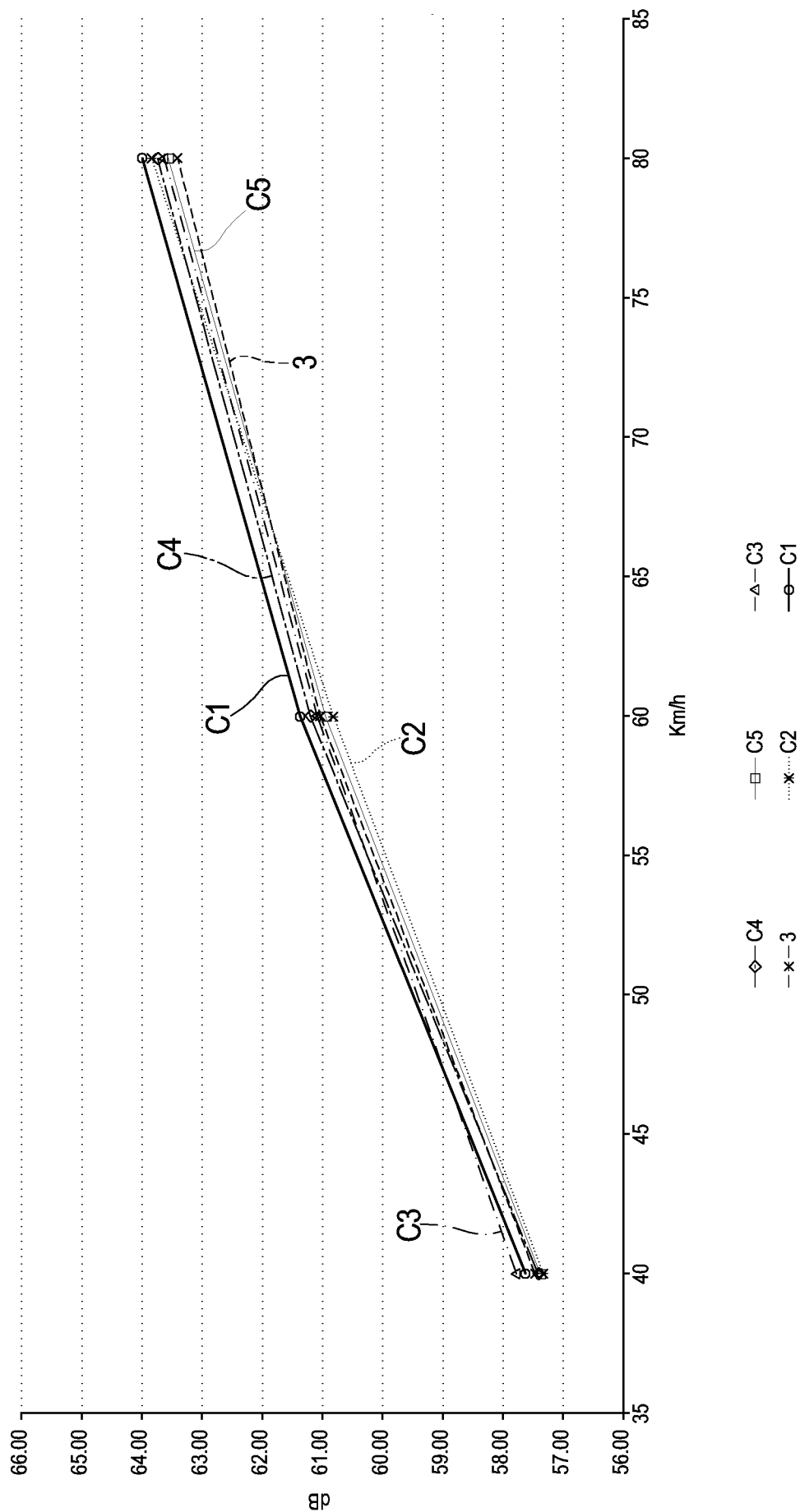


FIG.5a

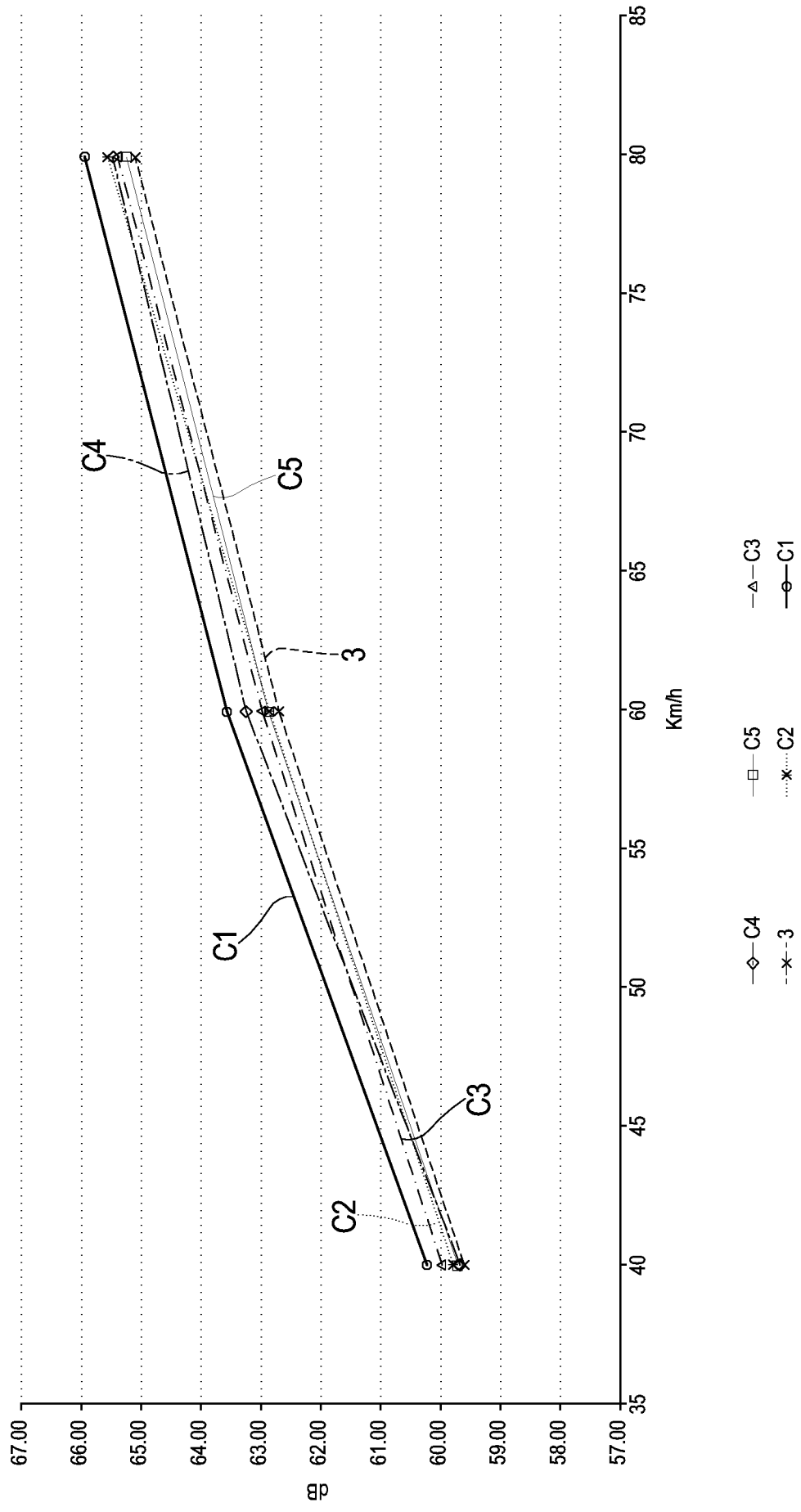


FIG.5b

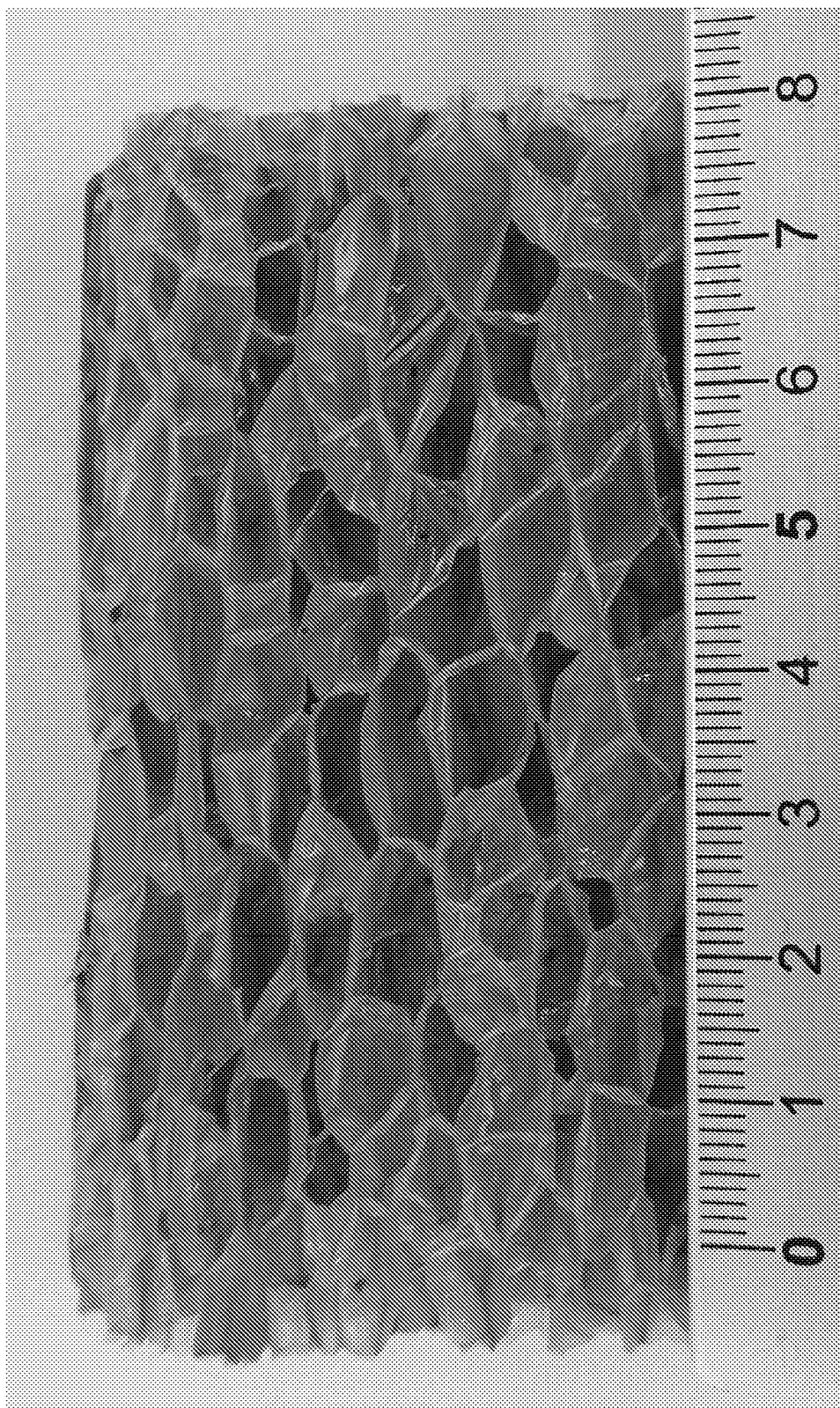


FIG.6

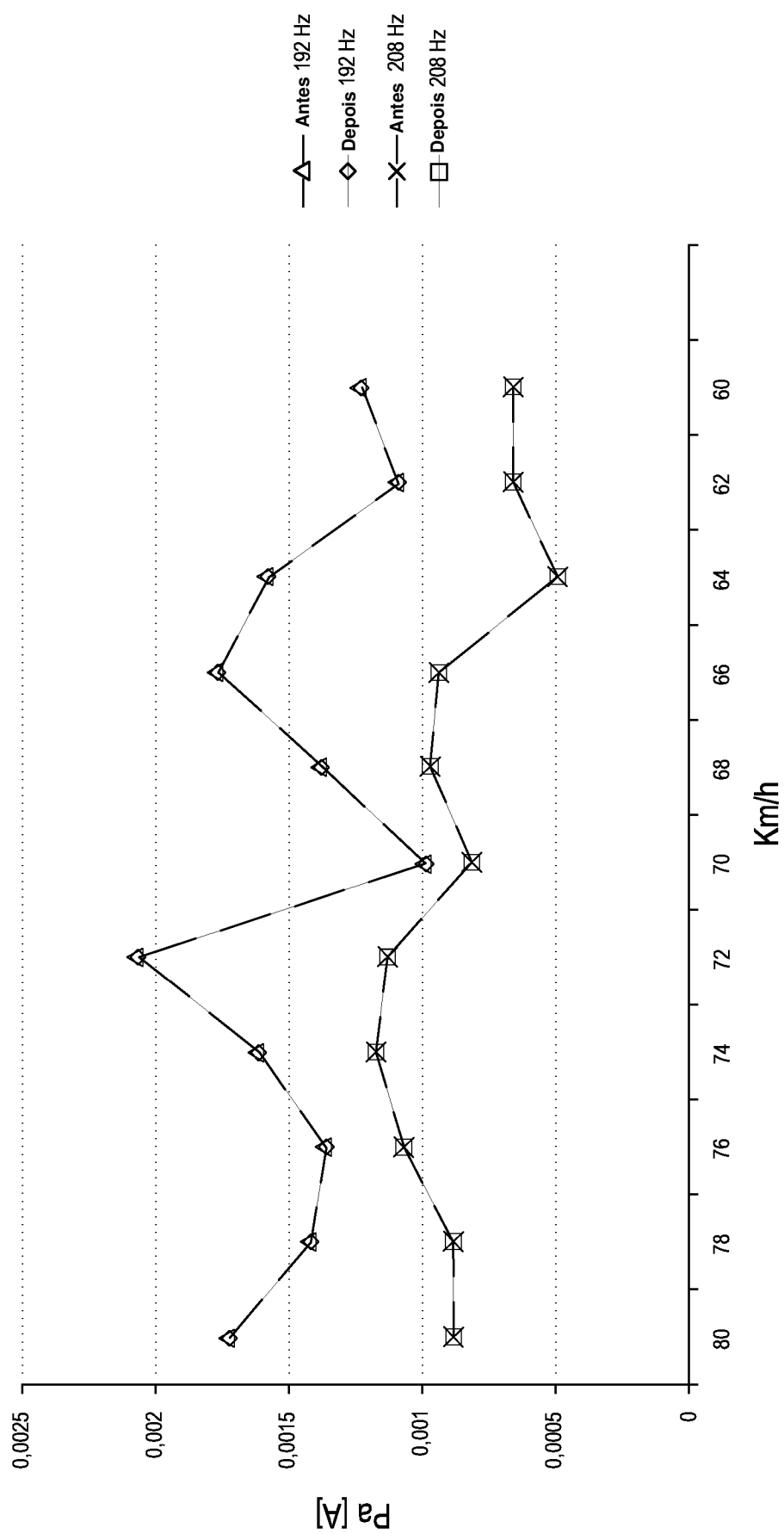


FIG.7