



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

(21) **PI0611591-8 A2**

(22) Data de Depósito: 23/06/2006
(43) Data da Publicação: 21/09/2010
(RPI 2072)



(51) *Int.Cl.:*
B60C 5/00

(54) Título: **DISPOSITIVO E SISTEMA DE REDUÇÃO DE RUÍDO DE PNEU E RODA**

(30) Prioridade Unionista: 24/06/2005 US 60/694.018

(73) Titular(es): TIRE ACOUSTICS, LLC

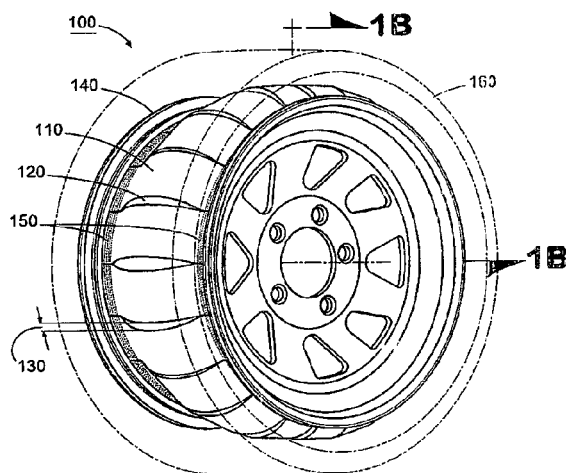
(72) Inventor(es): SANFORD ELLIOTT FOWLER-HAWKINS

(74) Procurador(es): Orlando de Souza

(86) Pedido Internacional: PCT US2006024598 de 23/06/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/002479 de 04/01/2007

(57) **Resumo:** DISPOSITIVO E SISTEMA DE REDUÇÃO DE RUÍDO DE PNEU E RODA. Um sistema para dissipar ondas de choque sonoras dentro de um pneu de veículo inclui uma roda sobre a qual é montado um pneu para criar uma câmara de ar interna definida pela roda e pelo pneu. Uma barreira resistente ao fluxo é acoplada à roda ou ao pneu e define uma cavidade de ar dentro da câmara de ar interna. A barreira compreende o material que proporciona uma resistência acústica às ondas de choque sonoras passando através do mesmo. A cavidade de ar definida pela barreira tem um volume tal que o ar dentro da cavidade oferece impedância relativamente pequena para a passagem de ondas de choque através da barreira e para dentro da cavidade de ar. A barreira também pode produzir calor friccional quando deslocada por uma onda de choque, desse modo convertendo a energia da onda de choque em calor para reduzir o ruído a isso associado.



DISPOSITIVO E SISTEMA DE REDUÇÃO DE RUÍDO DE PNEU E RODA**PEDIDO RELACIONADO**

Esse pedido de patente reivindica prioridade em conformidade com 35 USC §119 do Pedido de Patente Provisório dos Estados Unidos 60/694.018, intitulado "Tire and Wheel Noise Absorbing Device and System", depositado em 24 de junho de 2005. A revelação completa do pedido de prioridade, identificado acima, é integralmente incorporada aqui como referência.

CAMPO TÉCNICO

A presente invenção se refere geralmente à redução de ruído de veículo a partir dos pneus e rodas. Especificamente, a presente invenção se refere a um dispositivo de redução de som disposto na câmara de ar interna criada por um pneu e uma roda na qual o pneu é montado.

ANTECEDENTES DA INVENÇÃO

Quando os pneus de um automóvel contatam a superfície de uma rodovia, eles geram considerável ruído. Em velocidades acima de 25 milhas por hora em certos veículos, o ruído dos pneus pode ser superior a todas as outras fontes combinadas de ruído automotivo. Conseqüentemente, os fabricantes de automóveis e pneus gastam grandes quantidades de recurso, todos os anos, em pesquisa e desenvolvimento para reduzir o ruído dos pneus.

O ruído dos pneus resulta de muitas fontes. Por exemplo, o ruído dos pneus resulta de (1) ondas de choque de baixa frequência produzidas pela excitação da câmara de ar interna do pneu a partir da deformação do pneu causada pelo contato do pneu com a superfície da rodovia; (2)

ressonância de baixa frequência da estrutura de pneu devido à excitação da câmara causada por deflexão do pneu no contato com a rodovia; (3) compressão do ar da banda de rodagem externa de alta frequência causada pelo ar temporariamente retido entre a banda de rodagem e a superfície da rodovia; e (4) esfregação de contato de alta frequência causada pela fricção entre o pneu e a superfície da rodovia.

Alguns ruídos de compressão do ar de banda de rodagem não podem ser evitados. Por exemplo, a compressão do ar da banda de rodagem atua para liberar a água a partir da superfície de contato da banda de rodagem mediante compressão da água e ar no contato com a rodovia e, então, expandir a mistura na liberação da banda de rodagem. Adicionalmente, algum ruído de esfregação de contato não pode ser evitado porque os pneus têm adesão finita que gera fricção e ruído com a superfície da rodovia.

A energia de onda de choque a partir da deformação de pneu é transmitida a partir da área de contato da banda de rodagem para a câmara de ar interna, do pneu, criada pelo pneu e a roda na qual o pneu é montado. A energia transmitida para a câmara de ar interna, do pneu, é dissipada apenas pela ressonância do pneu e acoplamento do ruído à roda. A união de ressonância do pneu e ruído abrange uma grande porção da quantidade total do ruído de pneu.

Os métodos convencionais para reduzir o ruído de pneus têm várias deficiências. Especificamente, esses métodos não absorvem efetivamente a energia de baixa frequência (por exemplo, abaixo de 800 Hz) associada às

ondas de choque que produzem ruído de pneu. Como os pneus
geram energia significativa de baixa frequência, um
absorvedor de ruído de pneu eficiente deve reduzir o ruído
produzido por tal energia de baixa frequência. Contudo, os
5 métodos convencionais não reduzem adequadamente esse ruído.
Adicionalmente, ruído de baixa frequência aumenta o ruído
de alta frequência percebido produzido pela compressão do
ar da banda de rodagem e esfregação do pneu.
Conseqüentemente, métodos convencionais falham em reduzir o
10 ruído de pneu de alta frequência percebido por falharem em
reduzir o ruído de energia de baixa frequência. Outras
deficiências incluem a dificuldade de montar um pneu em uma
roda quando utilizando o método convencional, o possível
dano se o método convencional falhar durante operação do
15 veículo, e a ineficácia dos métodos convencionais.

Existem métodos de absorção de ruído de baixa
frequência convencionais. Contudo, tais métodos
convencionais não são praticáveis para as pequenas câmaras
de ar, internas, tal como uma câmara de ar de pneu. Tais
20 métodos de absorção de baixa frequência convencionais são
muito amplos para uma câmara de ar de pneu, impediriam o
enchimento do pneu, não são eficientes, e/ou apresentam
riscos de segurança se usados em combinação com um pneu.

Conseqüentemente, existe a necessidade na técnica
25 de se reduzir o ruído gerado por ou dentro dos pneus e as
rodas nas quais os pneus são montados. Particularmente,
existe a necessidade na técnica de reduzir o ruído de pneu
mediante absorção ou redução da energia na câmara de ar
interna de um pneu. Mais especificamente, existe a
30 necessidade de um absorvedor/redutor de ruído de pneu que

possa absorver ou reduzir a energia de baixa frequência enquanto operando dentro de uma pequena câmara de ar interna, tal como uma câmara de ar do pneu.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

5 Um dispositivo para reduzir ruído de pneu pode absorver e reduzir a energia de baixa frequência que produz o ruído do pneu. O dispositivo pode absorver as ondas de choque sonoras mediante pressurização e despressurização, alternadamente, de um recipiente tendo uma barreira
10 resistente ao fluxo de ar. A barreira resistente ao fluxo amortece os fluxos de pressão para dentro e para fora do recipiente para amortecer as ondas de choque que passam através da barreira. Adicionalmente, fricção no elemento resistente ao fluxo do recipiente converte a energia do som
15 em calor, desse modo atenuando o som. Adicionalmente, um dispositivo híbrido pode ter elementos de um absorvedor de cavidade resistente ao fluxo de ar e elementos de um absorvedor friccional.

De acordo com um aspecto, um dispositivo de
20 absorção de ruído de pneu pode compreender múltiplas camadas de um material resistente ao fluxo de ar com múltiplas aberturas em cada camada. As camadas podem ser montadas de tal modo que as aberturas de cada camada são deslocadas com relação às porções sobrepostas de uma camada
25 adjacente. As aberturas deslocadas permitem que o ar passe através das camadas quando o pneu está estacionário e as camadas estão relaxadas, desse modo permitindo enchimento completo do pneu. As camadas sobrepostas podem ser acopladas a uma roda ou diretamente a um pneu para formar
30 laços de elementos sobrepostos. Quando um carro é posto em

movimento e o pneu começa a girar, força centrífuga força as camadas sobrepostas no sentido para fora e a se unirem para vedar as passagens de ar das aberturas e formar uma cavidade resistente ao fluxo de ar entre a roda e as camadas de tecido. Especificamente, a camada interna é forçada no sentido para fora contra a camada externa, as aberturas na camada interna são vedadas pela camada externa, e as aberturas na camada externa são vedadas pela camada interna. As camadas limitam o fluxo de ar entre o lado de um pneu (externo) das camadas e o lado de roda (interno) das camadas, desse modo absorvendo o ruído de energia de baixa frequência quando o ar passa através das camadas.

Em uma modalidade adicional, as camadas podem deslizar umas contra as outras e criar fricção quando deslocadas pelas ondas de choque de baixa frequência. A fricção resultante pode absorver o ruído de energia de baixa frequência adicional mediante dissipação das ondas de choque por intermédio do calor produzido pela fricção.

Aumentar a absorção da energia de baixa frequência também pode reduzir o ruído de pneu de alta frequência percebido sem comprometer o desenho da banda de rodagem ou a adesão do pneu. O desenho pode se ajustar facilmente a um pneu existente e pode ser montado em rodas existentes ou em um pneu durante ou após o processo de manufatura.

Outros aspectos incluem variações da posição e dos meios de acoplamento de fixação do dispositivo à roda ou pneu. Por exemplo, o dispositivo pode ser acoplado em uma posição centralmente localizada na roda ou com vários

perfis que proporcionam cavidades resistentes ao fluxo de diferentes formas. Ainda outros aspectos incluem múltiplos elementos com extremidades sobrepostas ou de travamento para criar a cavidade resistente ao fluxo. Esses elementos são forçados no sentido para fora pela força centrífuga e criam uma cavidade quando as porções de sobreposição ou travamento se deslocam em conjunto para criar um dispositivo que resiste ao fluxo de ar. Além disso, as porções sobrepostas podem criar fricção quando deslocadas pelas ondas de choque para absorver adicionalmente o ruído de baixa frequência. Ainda outro aspecto inclui criar múltiplas cavidades de ar resistentes ao fluxo mediante disposição em camada de dois ou mais elementos resistentes ao fluxo em torno de uma roda ou pneu. Essas múltiplas cavidades de ar resistentes ao fluxo podem absorver as ondas de choque e podem melhorar a redução de ruído. Aspectos adicionais envolvem um elemento tubular, crescente ou curvo posicionado na roda ou pneu, desse modo criando uma cavidade resistente ao fluxo única. Tal elemento no formato tubular também pode ser usado em seções para criar múltiplas cavidades resistentes ao fluxo em torno da roda.

Os dispositivos descritos podem ser acoplados à roda ou pneu em diversas formas. Por exemplo, os elementos que criam a cavidade resistente ao fluxo podem ser acoplados à roda ou pneu com adesivo ou prendedores, por serem crimpados em uma ranhura ou flange na roda ou pneu, ou por serem soldados, moldados ou tecidos na roda ou pneu.

DESCRIÇÃO RESUMIDA DOS DESENHOS

A Figura 1A é uma vista em perspectiva ilustrando um sistema de absorção de ruído de pneu compreendendo uma

barreira resistente ao fluxo disposta em uma roda para um pneu de acordo com uma modalidade exemplar.

A Figura 1B é uma vista em seção transversal do sistema exemplar ilustrado na Figura 1A.

5 A Figura 2 ilustra características das camadas do sistema de absorção de ruído de pneu ilustrado nas Figuras 1A e 1B, de acordo com uma modalidade exemplar.

10 A Figura 3A é uma vista em perspectiva ilustrando um sistema de absorção de ruído de pneu compreendendo uma barreira resistente ao fluxo disposta em uma roda para um pneu de acordo com outra modalidade exemplar.

A Figura 3B é uma vista em seção transversal do sistema exemplar ilustrado na Figura 3A.

15 A Figura 4A é uma vista em perspectiva ilustrando um sistema de absorção de ruído de pneu compreendendo uma barreira resistente ao fluxo disposta em uma roda para um pneu de acordo com ainda outra modalidade exemplar.

A Figura 4B é uma vista em seção transversal do sistema exemplar ilustrado na Figura 4A.

20 A Figura 5 é uma vista em perspectiva ilustrando um sistema de absorção de ruído de pneu compreendendo múltiplos elementos que criam uma barreira resistente ao fluxo de acordo com uma modalidade exemplar.

25 A Figura 6A é uma vista em perspectiva ilustrando uma porção do sistema de absorção de ruído de pneu compreendendo múltiplos elementos que criam uma barreira resistente ao fluxo de acordo com outra modalidade exemplar.

30 A Figura 6B é uma vista lateral do sistema exemplar ilustrado na Figura 6A.

A Figura 7 é uma vista em perspectiva ilustrando um sistema de absorção de ruído de pneu compreendendo elementos descontínuos acoplados a uma roda de acordo com uma modalidade exemplar.

5 A Figura 8A é uma vista em perspectiva de um sistema de absorção de ruído de pneu compreendendo múltiplos elementos que criam uma barreira resistente ao fluxo de acordo com uma modalidade exemplar.

10 A Figura 8B é uma vista em seção transversal do sistema exemplar ilustrado na Figura 8A.

A Figura 9A é uma vista em perspectiva ilustrando um sistema de absorção de ruído de pneu compreendendo dois ou mais elementos que criam múltiplas barreiras resistentes ao fluxo de acordo com uma modalidade exemplar.

15 A Figura 9B é uma vista em seção transversal do sistema exemplar ilustrado na Figura 9A.

A Figura 10 é uma vista em perspectiva ilustrando um sistema de absorção de ruído de pneu compreendendo uma barreira tubular resistente ao fluxo de ar de acordo com
20 outra modalidade exemplar.

A Figura 11 é uma vista em perspectiva ilustrando um sistema de absorção de ruído de pneu compreendendo uma barreira contínua resistente ao fluxo de acordo com uma modalidade exemplar.

25 A Figura 12 é uma vista em perspectiva ilustrando um sistema de absorção de ruído de pneu compreendendo múltiplas barreiras tubulares resistentes ao fluxo de ar de acordo com uma modalidade exemplar.

A Figura 13 é uma vista em perspectiva ilustrando
30 um elemento representativo que pode ser usado em qualquer

modalidade ilustrada nas Figuras 1-12 e 14 de acordo com uma modalidade exemplar.

A Figura 14 é uma vista em seção transversal de um sistema de absorção de ruído compreendendo uma barreira resistente ao fluxo acoplada a um pneu montado em uma roda de acordo com uma modalidade exemplar.

DESCRIÇÃO DETALHADA DE MODALIDADES EXEMPLARES

Modalidades exemplares serão descritas com referência às Figuras 1-13 nas quais os mesmos numerais de referência representam elementos similares.

A Figura 1A é uma vista em perspectiva ilustrando um sistema de absorção de ruído de pneu 100 compreendendo uma barreira resistente ao fluxo disposta em uma roda 140 para um pneu 160 de acordo com uma modalidade exemplar. A Figura 1B é uma vista em seção transversal do sistema exemplar 100 ilustrado na Figura 1A. Conforme mostrado nas Figuras 1A e 1B, o sistema 100 compreende múltiplas camadas sobrepostas 110, 120 de material, que formam uma barreira acústica resistente ao fluxo. A camada 110 compreende uma camada externa com referência à roda 140, e a camada 120 compreende uma camada interna com referência à roda 140. As camadas sobrepostas 110, 120 são acopladas à roda 140 ao longo de suas bordas no local 150, para formar laços de material sobreposto. Em outras palavras, as camadas 110, 120 são envolvidas em torno da roda 140 e acopladas em ambos os lados da roda 140 nos locais 150. O local 150 indica qualquer local adequado na roda 140 para acoplar a barreira resistente ao fluxo ao mesmo. Alternativamente, as camadas 110, 120 podem ser acopladas diretamente a um pneu 160 de uma forma similar de tal modo que elas formam laços

de elementos de absorção sobrepostos para uma barreira resistente ao fluxo (vide Figura 14, discutida em seguida).

Na modalidade exemplar ilustrada nas Figuras 1A e 1B, ambas as bordas das camadas 110, 120 são presas em
5 lados opostos da roda 140 com folga suficiente para permitir que força centrífuga force as camadas 110, 120 no sentido para fora para criar a barreira resistente ao fluxo definida pelas camadas 110, 120. A barreira resistente ao fluxo define uma cavidade interna de ar 170 em uma câmara
10 de ar interna de pneu definida pelo pneu 160 e a roda 140. Desse modo, a barreira resistente ao fluxo divide a câmara de ar interna do pneu em uma cavidade de ar interna 170 e uma cavidade de ar externa 180. A barreira definida pelas camadas 110, 120 é resistente ao fluxo porque as camadas
15 110, 120 resistem ao fluxo de ar entre a cavidade de ar externa 180 e a cavidade de ar interna 170. Em uma modalidade exemplar, o volume da cavidade de ar interna pode estar compreendido em uma faixa de aproximadamente 8% a aproximadamente 40% do volume total da câmara de ar
20 interna do pneu. Outros volumes de cavidade são adequados. O volume da cavidade de ar interna 170 pode ser dimensionado de modo que o ar na mesma provê pouca resistência ao fluxo de ondas de choque sonoras a partir da cavidade de ar externa 180 através das camadas 110, 120
25 para a cavidade de ar interna 170.

Desse modo, a barreira compreende o material que provê uma resistência acústica às ondas de choque sonoras passando através da mesma. A cavidade de ar interna 170 definida pela barreira tem um volume tal que o ar dentro da
30 cavidade de ar interna 170 oferece relativamente pequena

impedância para a passagem de ondas de choque através da barreira e para a cavidade de ar interna 170. Em operação, as ondas de choque sonoras são produzidas na cavidade externa 170 à medida que o pneu se desloca sobre uma
5 superfície. As ondas de choque sonoras se deslocam em direção à cavidade de ar interna 170 e encontram a barreira resistente ao fluxo definida pelas camadas 110, 120. Quando as ondas de choque sonoras passam através da barreira, a barreira absorve a energia a partir das ondas de choque
10 devido à impedância acústica da barreira. Inicialmente, o ar dentro da cavidade de ar interna 170 oferece impedância relativamente pequena à passagem das ondas de choque através da barreira e para a cavidade de ar interna 170. À medida que as ondas de choque continuam a passar através da
15 barreira e para a cavidade de ar interna 170, a cavidade de ar interna 170 se torna pressurizada com relação à cavidade de ar externa. Nesse ponto, o ar na cavidade de ar interna 170 pode impedir a passagem de ondas de choque através da barreira e para a cavidade de ar interna 170. Quando a
20 pressão da cavidade de ar interna se torna maior do que a pressão da cavidade de ar externa, a cavidade de ar interna 170 despressurizará à medida que o ar flui para fora 70 para a cavidade de ar externa 180. Esse processo continua enquanto o pneu está em movimento. Adicionalmente, ondas de
25 choque sonoras que passam através da barreira resistente ao fluxo e são refletidas pela roda 140 passará de volta através da barreira resistente ao fluxo para a cavidade de ar externa 180. A barreira resistente ao fluxo absorverá a energia adicional a partir das ondas de choque sonoras
30 durante esse processo, reduzindo adicionalmente o ruído

associado a ela. A barreira também pode reduzir o ruído associado às ondas de choque sonoras mediante conversão da energia a partir dessas ondas de choque em calor de fricção, conforme discutido em mais detalhe em seguida.

5 As camadas 110, 120 limitam, mas não impedem o fluxo de ar entre a cavidade de ar externa 180 e a cavidade de ar interna 170. Conseqüentemente, as camadas 110, 120 proporcionam impedância acústica mediante resistência ao fluxo de ondas de choque sonoras através das mesmas. Em
10 modalidades exemplares, as camadas 110, 120 podem compreender tecido flexível. Por exemplo, as camadas 110, 120 podem compreender Kevlar, algodão, Spectra, seda, fibra de vidro, ou qualquer outro material adequado. Materiais adequados incluem geralmente uma tecedura ou estrutura que
15 limita o fluxo de ar através do material com base no pouco espaço da tecedura ou estrutura do material.

 Em uma modalidade exemplar, as camadas 110, 120 podem compreender um material tendo uma tecedura com uma porosidade variando de aproximadamente 10% a
20 aproximadamente 50% de enchimento de cavidade na saturação da cavidade, com base na energia ressonante em uma cavidade fechada de pneu. "Enchimento de cavidade em saturação de cavidade" descreve o período de tempo exigido para pressurizar a cavidade de ar interna 170 pelas ondas de
25 choque sonoras passando através da barreira resistente ao fluxo formada pelas camadas 110, 120. O tempo que leva para encher ou esvaziar a cavidade de ar interna 170 determina o limite de absorção de baixa frequência do sistema 100. Outras porosidades são adequadas. Por exemplo, uma
30 porosidade alternativa adequada para pressurizar a cavidade

de ar interna 170 é de aproximadamente 10% a aproximadamente 75% em baixas frequências. O desempenho de frequência inferior de um absorvedor resistente ao fluxo depende do tamanho da cavidade de ar, interna 170 e da eficiência da resistência da barreira resistente ao fluxo criada pelas camadas 110, 120. A resistência ao fluxo depende da porosidade do material das camadas 110, 120. Quando a camada se enche com ar a partir das ondas de choque sonoras passando através da barreira resistente ao fluxo, o absorvedor da cavidade resistente à pressão pode atingir um limite de frequência inferior. O limite de frequência baixo é estabelecido com base no tempo que leva para que a cavidade de ar interna 170 encha ou esvazie. Quanto maior a cavidade de ar interna 170, inferior é o limite de frequência. Em uma modalidade exemplar, a resistência acústica da barreira resistente ao fluxo e o tamanho da cavidade de ar interna 170 permitirá que ondas sonoras acústicas passem através da barreira rapidamente o suficiente para reduzir o ruído associado às mesmas, porém, lentamente o suficiente, para permitir que a cavidade de ar, interna 170 seja completamente pressurizada. A cavidade de ar interna 170 é completamente pressurizada quando ela tiver atingido a mesma pressão que a pressão causada pelas ondas sonoras acústicas. Como o absorvedor de energia do sistema 100 está disposto dentro de uma câmara de ar pressurizada (isto é, a câmara de ar interna do pneu), o sistema 100 pode compreender uma cavidade de ar menor do que seria necessário em pressão atmosférica normal.

Na modalidade exemplar ilustrada nas Figuras 1A e 1B, as aberturas 130 compreendem fendas formadas nas

camadas 110, 120. As aberturas 130 em cada camada 110, 120 são deslocadas de tal modo que as aberturas em camadas adjacentes 110, 120 não se sobrepõem. Quando a roda 140 está estacionária, as camadas 110, 120 estão folgadas.

5 Nesse estado, as aberturas 130 permitem que o ar passe através delas, desse modo permitindo enchimento completo da câmara de ar interna do pneu. Enchimento completo significa enchimento da cavidade de ar externa 180 entre o pneu e as camadas 110, 120 e a cavidade de ar interna 170 entre as
10 camadas 110, 120 e a roda 140. As aberturas 130 podem compreender qualquer geometria adequada que permite que as camadas 110, 120 se ajustem à roda 140 e que permite que o ar passe entre as camadas 110, 120 para enchimento do pneu.

Em uma modalidade exemplar, as camadas 110, 120
15 podem ser acopladas diretamente à roda 140 no local 150, utilizando um adesivo. Por exemplo, o adesivo pode compreender epóxi ou qualquer outro adesivo adequado para fixação das camadas 110, 120 à roda 140. O adesivo pode ser selecionado com base na aplicação específica para aderir às
20 camadas 110, 120 à roda 140 e para resistir à força centrífuga gerada pela rotação da roda 140 e o calor gerado dentro da câmara de ar interna do pneu.

Em modalidades exemplares alternativas, outros métodos adequados podem ser usados para acoplar as camadas
25 110, 120 à roda 140. Por exemplo, as camadas 110, 120 podem ser crimpadas em uma ranhura (não mostrada) ou flange (não mostrado) preso à roda 140 ou moldado na mesma. Alternativamente, as camadas 110, 120 podem compreender um flange de metal (não mostrado) ao longo da borda das
30 camadas 110, 120, e o flange pode ser soldado em torno da

roda 140 ou de outro modo acoplado a ela.

Como ilustrado nas Figuras 1A e 1B, o sistema 100 pode compreender duas camadas 110, 120. Contudo, camadas adicionais podem ser usadas em modalidades exemplares 5 alternativas. Por exemplo, o sistema 100 pode compreender três ou mais camadas. As camadas podem ser montadas de tal modo que as aberturas 130 entre camadas adjacentes são deslocadas e não se sobrepõem.

A Figura 2 ilustra características das camadas 10 110, 120 do sistema de absorção de ruído de pneu 100 ilustrado nas Figuras 1A e 1B, de acordo com uma modalidade exemplar. Conforme mostrado, as camadas 110, 120 do sistema 100 compreendem camadas contínuas de material plano com múltiplas aberturas 130 em cada camada. Em uma modalidade 15 exemplar, as aberturas podem ser espaçadas em uma faixa de aproximadamente 1 a aproximadamente 5 polegadas. Outro espaçamento entre as aberturas é adequado. As camadas contínuas podem ser envoltas em torno da roda 140 e presas na mesma conforme ilustrado nas Figuras 1A e 1B.

20 Em uma modalidade exemplar alternativa (não ilustrada nas Figuras 1A, 1B, 2, e 14), cada camada 110, 120 pode compreender múltiplas tiras de material dispostas adjacentes umas às outras e sobrepostas para formar as aberturas 130. Nessa modalidade exemplar, as tiras podem 25 ter uma largura na faixa de aproximadamente 1 a aproximadamente 5 polegadas. Outras larguras das tiras são adequadas. Nessa modalidade, as tiras de material podem ser montadas em dois anéis e envoltas em torno da roda 140 e presas a ela. Alternativamente, as tiras de material podem 30 ser presas individualmente à roda 140 na configuração

desejada.

Em uma modalidade exemplar alternativa (não ilustrada nas Figuras 1A, 1B, 2, e 14), as tiras individuais de material podem ser afiladas em uma ou em 5 ambas as bordas. O afilamento das tiras de material no ponto de fixação à roda 140 pode permitir sobreposição mais completa das tiras. O afilamento das tiras de material também pode permitir que as tiras sejam presas em dois diâmetros diferentes de roda, o que pode permitir a 10 combinação das tiras com diâmetros diferentes de rodas diferentes 140. Adicionalmente, o afilamento das bordas das tiras pode permitir a formação do formato da cavidade em outros formatos adequados. Em uma modalidade exemplar, o formato da cavidade pode compreender um cone truncado.

15 Um comprimento das camadas 110, 120 é igual à circunferência da roda 140 ao longo do local 150. Em uma modalidade exemplar alternativa, o comprimento das camadas 110, 120 pode ser maior do que a circunferência da roda 140 para sobreposição das extremidades das camadas 110, 120 ao 20 acoplar as camadas 110, 120 à roda 140.

Como mostrado na Figura 1A, as camadas 110, 120 são arriadas (ou folgadas) próximo à roda 140 quando a roda 140 está parada. A rotação do pneu enche/ergue as camadas 110, 120 mediante ação de puxar as camadas 110, 120 no 25 sentido para fora a partir do centro da roda 140. Quando um carro no qual a roda 140 está montada é posto em movimento e a roda 140 começa a girar, a força centrífuga força as camadas 110, 120 no sentido para fora e força a camada interna 120 a se juntar à camada externa 110 para criar a 30 barreira resistente ao fluxo. As camadas 110, 120 são

forçadas juntas de tal modo que as aberturas 130 na camada interna 120 são vedadas pela camada externa 110 e de tal modo que as aberturas 130 na camada externa 110 são vedadas pela camada interna 120. Conseqüentemente, o sistema 100
5 forma duas cavidades de ar 170, 180 em uma câmara de ar interna de um pneu montado na roda 140, a câmara de ar interna sendo definida pelo pneu 160 e pela roda 140. A cavidade de ar externa 180 é formada em um lado do pneu (externo) das camadas 110, 120, e a cavidade de ar interna
10 170 é formada em um lado da roda 140 (interno) das camadas 110, 120.

Em uma modalidade exemplar, alternativa, se o dispositivo de redução de ruído de pneu não cobrir a entrada de ar (não mostrada) na roda, então as aberturas
15 130 nas camadas 110, 120 no sistema 100 podem ser omitidas. Nesse caso, duas camadas contínuas podem formar uma saliência de duas camadas.

Alternativamente, uma única camada contínua de material resistente ao fluxo sem aberturas 130 (isto é, sem
20 fendas) pode formar uma estrutura resistente ao fluxo que cria as cavidades de ar interna e externa 170, 180. A câmara de ar interna de um pneu pode encher completamente sem as aberturas 130 porque a tecedura do material não impede completamente o fluxo de ar. Em outras palavras, a
25 porosidade do material pode permitir tanto o enchimento do pneu quando a roda está estacionária, assim como propriedades suficientes de resistência ao fluxo para a barreira ser erguida sob a força centrífuga quando a roda estiver em movimento. Uma estrutura contínua similar que é
30 formada em um formato curvo é descrita em seguida com

referência à Figura 11.

As camadas 110, 120 limitam o fluxo de ar entre as duas cavidades 170, 180 na câmara de ar interna do pneu. Os (poros) (aberturas entre a tecedura do material) limitam, mas não impedem tal fluxo de ar. Desse modo, as ondas de choque sonoras transmitidas a partir da cavidade externa 18 para a cavidade interna 170 e vice-versa devem passar através das camadas 110, 120. Por resistirem ao fluxo de ar, as camadas 110, 120 absorvem a energia das ondas de choque quando as ondas de choque passam através das mesmas, desse modo reduzindo o ruído, especificamente, reduzindo o ruído de baixa frequência na faixa de aproximadamente 15 Hz a aproximadamente 800 Hz e através da faixa de aproximadamente 15 Hz a aproximadamente 20 kHz.

Em outra modalidade exemplar, as camadas 110, 120 podem deslizar através umas das outras e criar fricção quando deslocadas pelas ondas de choque. Essa fricção resultante reduz a energia de baixa frequência das ondas de choque por transformar a energia das ondas de choque em calor, desse modo reduzindo ainda mais o ruído de baixa frequência associado à energia de baixa frequência. Por exemplo, as duas camadas 110, 120 são mantidas no lugar pela força centrífuga. Quando as camadas 110, 120 são deslocadas devido à concussão da energia sonora, a geometria dos elementos induz um movimento entre as camadas 110, 120. Tal movimento causa fricção entre as camadas 110, 120. Converter a onda de choque sonora em calor reduz a energia do som. Se as camadas 110, 120 têm um lado que é mais áspero que o outro lado, então os dois lados ásperos podem ser dispostos adjacentes um ao outro para aumentar a

fricção entre as camadas 110, 120. A fricção aumentada pode aumentar o efeito de diafragma friccional para converter mais eficientemente a energia do som em calor.

Adicionalmente, uma barreira resistente ao fluxo
5 contínuo, de camada única pode reduzir o ruído por intermédio da fricção com base nos movimento das fibras dentro da tecedura do material. A concussão da energia do som desloca as fibras com relação umas às outras, desse modo causando fricção dentro da barreira e convertendo a
10 energia sonora em calor para reduzir a energia sonora.

Em uma modalidade exemplar, a camada externa 110 pode compreender porções de 3 polegadas de largura entre as aberturas 130, e a camada interna 120 pode compreender porções de 4 polegadas de largura entre suas aberturas 130.
15 A largura adicional em uma das camadas pode aumentar uma vedação entre as camadas 110, 120 para formar a barreira resistente ao fluxo quando giradas.

Em outra modalidade exemplar alternativa ilustrada na Figura 14, as camadas 110, 120 podem ser
20 acopladas ao pneu 160 o qual é então montado na roda 140. A Figura 14 é uma vista em seção transversal de um sistema de absorção de ruído de pneu 1400 compreendendo uma camada resistente ao fluxo acoplada ao pneu 160 montado na roda 140 de acordo com uma modalidade exemplar. Como mostrado, a
25 barreira resistente ao fluxo compreende duas camadas 1402, 1404 acoplada ao pneu 160 em locais 1406, o qual é montado na roda 140. As camadas 1402, 1404 podem compreender materiais similares aos materiais das camadas 110, 120 descritos anteriormente com referência às Figuras 1A, 1B,
30 2, e 14. Conseqüentemente, aqueles materiais podem ter

propriedades de resistência ao fluxo, similares, para criar uma barreira resistente ao fluxo e um atenuador de ruído friccional. Adicionalmente, as camadas 1402, 1404 podem compreender estrutura similar àquela das camadas 110, 120
5 descritas previamente com referência às Figuras 1A, 1B, 2 e 14. Desse modo, as camadas 1402, 1404 têm aberturas 130 formadas nas mesmas. A camada externa 1402 é deslocada da camada interna 1404 de tal modo que as aberturas 130 das camadas externas e internas 1402, 1404 não se sobrepõem.

10 As camadas 1402, 1404 podem ser acopladas ao pneu 160, de qualquer maneira adequada. Por exemplo, as camadas 1402, 1404 podem ser aderidas ao talão ou moldadas no talão ou paredes laterais do pneu 160. Por exemplo, essas modalidades exemplares alternativas incluem o seguinte:
15 tecer as bordas das camadas 1402, 1404 no pneu 160, moldar as camadas 1402, 1404 no pneu 160, inserir as camadas 1402, 1404 em uma ranhura no revestimento do pneu, aderir as camadas 1402, 1404 dentro ou sobre o pneu 160, ou qualquer outro método adequado para acoplar as camadas 1402, 1404 ao
20 pneu 160.

A Figura 3A é uma vista em perspectiva ilustrando um sistema de absorção de ruído de pneu 300 compreendendo uma barreira resistente ao fluxo disposta na roda 140 de acordo com outra modalidade exemplar. A Figura 3B é uma
25 vista em seção transversal do sistema exemplar 300 ilustrado na Figura 3A. Como mostrado nas Figuras 3A e 3B, o sistema 300 compreende duas camadas 302, 304 de material fixado à roda 140 para criar uma barreira resistente ao fluxo de ar. As camadas 302, 304 podem compreender
30 materiais similares aos materiais das camadas 110, 120

descritos previamente com relação às Figuras 1A, 1B, 2 e 14 e podem ser acopladas similarmente à roda 140 ou pneu 160. Conseqüentemente, esses materiais podem ter propriedades de resistência ao fluxo, similares, para criar uma barreira resistente ao fluxo e um atenuador de ruído friccional. 5 Adicionalmente, as camadas 302, 304 podem compreender uma estrutura similar àquela das camadas 110, 120 descritas previamente com referência às Figuras 1A, 1B, 2 e 14. Desse modo, as camadas 302, 304 têm aberturas 130 formadas nas 10 mesmas. A camada externa 302 é deslocada da camada interna 304 de tal modo que as aberturas das camadas, externa e interna, 302, 304, não se sobrepõem. Conforme ilustrado, o sistema 300 compreende um perfil mais baixo do que o do sistema 100 ilustrado nas Figuras 1A e 1B. A diferença 15 principal entre os sistemas 100 e 300 é que as camadas 302, 304 criam uma barreira resistente ao fluxo tendo um perfil mais baixo do que o da barreira resistente ao fluxo criada pelas camadas 110, 120. O tamanho das camadas 302, 304 pode ser ajustado para criar o perfil desejado. O perfil mais 20 baixo pode facilitar a montagem do pneu 160 sobre as camadas 302, 304 na roda 140.

A Figura 4A é uma vista em perspectiva ilustrando um sistema de absorção de ruído de pneu 400 compreendendo uma barreira resistente ao fluxo disposta na roda 140 de 25 acordo com ainda outra modalidade exemplar. A Figura 4B é uma vista em seção transversal do sistema exemplar 400 ilustrado na Figura 4A. Conforme mostrado nas Figuras 4A e 4B, o sistema 400 compreende duas camadas 402, 404 de material preso à roda 140 para criar uma barreira 30 resistente ao fluxo. As camadas 402, 404 podem compreender

materiais similares aos materiais das camadas 110, 120 descritas previamente com referência às Figuras 1A, 1B, 2, e 14 e podem ser similarmente acopladas à roda 140 ou pneu 160. Conseqüentemente, aqueles materiais podem ter

5 propriedades similares de resistência ao fluxo para criar uma barreira resistente ao fluxo e um atenuador de ruído friccional. Adicionalmente, as camadas 402, 404 podem compreender uma estrutura similar àquela das camadas 110, 120 descritas previamente com referência às Figuras 1A, 1B,

10 2, e 14. Desse modo, as camadas 402, 404 têm aberturas 130 formadas nas mesmas. A camada externa 402 é deslocada da camada interna 404 de tal modo que as aberturas 130 das camadas, externa e interna, 402, 404 não se sobrepõem. Conforme ilustrado, as camadas 402, 404 do sistema 400

15 ilustrado são presas à roda 140 em um local mais central do que os dispositivos 100 e 300 discutidos previamente. Em outras palavras, as camadas 402, 404 não são presas à porção externa da roda 140. Mais propriamente, as camadas 402, 404 são fixadas mais próximas da seção transversal

20 central da roda 140. A configuração ilustrada nas Figuras, 4A e 4B, pode facilitar a instalação das camadas 402, 404 na roda 140 sem cobrir uma válvula de entrada de ar (não mostrada) na roda 140.

A Figura 5 é uma vista em perspectiva ilustrando

25 um sistema de absorção de ruído de pneu 500 compreendendo múltiplos elementos 502 que criam uma barreira resistente ao fluxo de acordo com uma modalidade exemplar. O sistema ilustrado 500 compreende múltiplos elementos individuais 502 com as extremidades dos elementos adjacentes 502

30 sobrepostas. Conforme mostrado, as extremidades dos

elementos adjacentes 502 podem alternativamente se sobrepor. Em outras modalidades, cada elemento 502 pode ter uma extremidade que é sobreposta por um elemento adjacente 502 e outra extremidade que se sobrepõe a outro elemento adjacente 502.

Cada elemento 502 pode compreender materiais similares aos materiais das camadas 110, 120 descritas previamente com referência às Figuras 1A, 1B, 2, e 14 e pode ser similarmente acoplado à roda 140 ou pneu 160. Conseqüentemente, esses materiais podem ter propriedades de resistência ao fluxo, similares, para criar uma barreira resistente ao fluxo e um atenuador de ruído friccional.

Em uma modalidade exemplar, os elementos 502 podem ser acoplados um de cada vez à roda 140. Alternativamente, os elementos 502 podem ser acoplados juntos nas bordas externas para criar uma tira de elementos 502 que pode ser envolvida em torno e acoplada à roda. Além disso, uma porção de cada elemento 502 que é sobreposto por um elemento adjacente 502 pode permanecer não fixada a partir da roda 140 em suas bordas. Essa configuração pode permitir maiores tolerâncias no processo de fabricação.

A força centrífuga forçará os elementos 502 no sentido para fora para contato um do outro nas porções sobrepostas para criar a barreira resistente ao fluxo. Adicionalmente, as porções sobrepostas dos elementos 502 podem roçar umas às outras quando defletidas pelas ondas de choque sonoras, desse modo criando fricção para converter a energia sonora em calor e para atenuar o som. Conseqüentemente, o sistema ilustrado 500 pode prover fricção de diafragma e resistência ao fluxo para reduzir o

ruído dentro do pneu 160 montado na roda 140.

Como mostrado na Figura 5, porções sobrepostas dos elementos 502 são presas umas às outras com um prendedor 506 no ponto médio de sua sobreposição. O
5 prendedor 506 pode manter o alinhamento entre elementos adjacentes 502 e pode ajudar a manter a integridade da cavidade de ar interna 170, criada pelos elementos 502. Em modalidades exemplares, o prendedor 506 pode compreender prendedor de plástico fino, rosca, cola, grampos, uma solda
10 sônica por pontos, ou qualquer outro material adequado que possa segurar adequadamente os elementos adjacentes 502 no lugar com relação uns aos outros. Alternativamente, os elementos 502 podem ser deixados não-fixados ou podem ser presos com mais do que um prendedor 506 em diversos locais
15 ao longo da sobreposição. O prendedor 506 é adequado para uso com outras modalidades descritas aqui para manter o alinhamento da barreira resistente ao fluxo.

Os elementos 502 do sistema ilustrado 500 também podem ser montados com ou sem cobertura da válvula de
20 admissão interna (não mostrada) na roda 140 e podem prover mais espaço para montagem segura do pneu 160 na roda 140.

A Figura 6A é uma vista em perspectiva ilustrando um sistema e absorção de ruído 600 compreendendo múltiplos elementos 602, 604 que criam uma barreira resistente ao
25 fluxo de acordo com outra modalidade exemplar. A Figura 6B é uma vista lateral do sistema exemplar 600 ilustrado na Figura 6A. Como mostrado nas Figuras 6A e 6B, o sistema 600 compreende múltiplos elementos individuais 602 que individualmente se sobrepõem às extremidades de dois
30 elementos adjacentes 104 por uma quantidade 606. Em outras

palavras, cada elemento 602 tem uma extremidade que se sobrepõe a um elemento adjacente 604 e outra extremidade que se sobrepõe a outro elemento adjacente 604. Cada elemento 602 representa um elemento externo com relação à
5 roda 140. Cada elemento 604 representa um elemento interno com relação à roda 140.

Cada elemento 602, 604 pode compreender materiais similares aos materiais das camadas 110, 120 descritas previamente com referência às Figuras 1A, 1B, 2 e 14 e
10 podem ser similarmente acoplados à roda 140 ou pneu 160. Conseqüentemente, esses materiais podem ter propriedades similares de resistência ao fluxo para criar uma barreira resistente ao fluxo e um atenuador de ruído friccional.

Em uma modalidade exemplar, os elementos 602, 604
15 podem ser acoplados um de cada vez à roda 140 no local 150. Alternativamente, os elementos 602, 604 podem ser acoplados juntos em suas bordas externas para criar uma tira de elementos 602, 604 que pode ser envolta em torno da roda 140 e acoplada a ela. Além disso, uma porção de cada
20 elemento 604 que é sobreposta por um elemento adjacente 602 pode permanecer não-fixada a partir da roda 140 em suas bordas. Essa configuração pode permitir maiores tolerâncias no processo de fabricação.

A Figura 7 é uma vista em perspectiva ilustrando
25 um sistema de absorção de ruído de pneu 700 compreendendo elementos descontínuos 702 acoplados à roda 140 de acordo com uma modalidade exemplar. O sistema 700 reduz o ruído por intermédio de fricção de contato. Cada elemento 702 compreende duas tiras de material sobreposto, que se
30 deslocam em relação uma à outra quando submetidas à

concussão por uma onda de choque. A força centrífuga provida pela roda giratória mantém as duas tiras em contato mútuo e o deslocamento entre as tiras causa a fricção. O efeito da fricção é o de transformar a onda de choque sonora em calor, desse modo reduzindo o ruído associado à onda de choque. Em modalidades exemplares alternativas, tiras adicionais de material podem ser providas para cada elemento 702. Modalidades exemplares, alternativas, adicionais podem compreender apenas um elemento 702 ou qualquer número de múltiplos elementos 702 acoplados à roda 140.

A Figura 8A é uma vista em perspectiva de um sistema de absorção de ruído de pneu 800 compreendendo múltiplos elementos 802 que criam uma barreira resistente ao fluxo de acordo com uma modalidade exemplar. A Figura 8B é uma vista em seção transversal do sistema exemplar 800 ilustrada na Figura 8A. Como mostrado nas Figuras 8A e 8B, o sistema 800 compreende múltiplos componentes entrelaçados 802 cada um dos quais compreende componentes 802a, 802b.

O componente 802a é uma camada externa (com relação à roda 140) do material resistente ao fluxo fixado à roda 140 no local 150. O componente 802b é uma camada interna (com relação à roda 140) do material resistente ao fluxo que é presa à roda 140 apenas em suas bordas embaixo do componente 802a. Desse modo, existe um espaço entre as superfícies dos componentes 802a e 802b.

O componente 802b é mais longo do que o componente 802a de tal modo que ele se projeta além do componente 802a por uma distância D. A porção do componente 802b que se estende além do componente 802a é ligeiramente

mais estreita de tal modo que suas bordas não precisam se acoplar diretamente à roda 140. Como mostrado, o sistema ilustrado 800 compreende múltiplos elementos contínuos 802 com extremidades projetadas de cada componente 802b de um elemento 802 entrelaçadas entre superfícies dos componentes 802a e 802b de um elemento adjacente 802. A força centrífuga empurrará os componentes 802a, 802b no sentido para fora para contato mútuo para criar a barreira resistente ao fluxo. Adicionalmente, os componentes 802a, 802b roçarão um com o outro, desse modo criando fricção para converter a energia sonora em calor. Conseqüentemente, o sistema ilustrado 800 pode prover a fricção de diafragma e resistência ao fluxo para reduzir o ruído dentro do pneu 160 montado na roda 140.

O sistema 800 pode prover uma barreira resistente ao fluxo, essencialmente vedada quando o pneu está girando, e fluxo de ar suficiente para enchimento do pneu quando o dispositivo está relaxado. Em uma modalidade exemplar, os componentes 802a, 802b e cada elemento 802 podem ser acoplados juntos com rosca, adesivo, ou qualquer outro material adequado. Múltiplos elementos adjacentes 802 podem ser acoplados juntos em suas bordas para criar uma tira de elementos 802 que pode ser envolta em torno de e acoplada à roda 140. Alternativamente, os elementos 802 podem ser acoplados individualmente à roda 140.

Os elementos 802, seja em uma tira ou individualmente, podem ser acoplados à roda 140 ou pneu 160 em uma variedade de formas conforme de outro modo descrito aqui. Por exemplo, eles podem ser colados à roda, montados em uma ranhura, ou colados no pneu. Além disso, os

elementos adjacentes 802 podem ser presos juntos utilizando-se prendedores 506, como descrito previamente com referência à Figura 5.

O elemento 802 pode compreender materiais
5 similares aos materiais das camadas 110, 120 descritos anteriormente com referência às Figuras 1A, 1B, 2 e 14 e podem ser similarmente acoplados à roda 140 ou pneu 160. Conseqüentemente, aqueles materiais podem ter propriedades de resistência ao fluxo para criar uma barreira resistente
10 ao fluxo e um atenuador de ruído friccional.

A Figura 9A é uma vista em perspectiva ilustrando um sistema de absorção de ruído de pneu 900 compreendendo dois ou mais elementos 902, 904 que criam múltiplas barreiras resistentes ao fluxo de acordo com uma modalidade
15 exemplar. A Figura 9B é uma vista em seção transversal do sistema exemplar 900 ilustrado na Figura 9A. Como mostrado nas Figuras 9A e 9B, os elementos 902, 904 representam uma das modalidades ilustradas ou descritas aqui em uma ou mais das Figuras 1-8. Além disso, os elementos 902, 904 podem
20 representar uma ou mais das modalidades descritas em seguida em uma ou mais das Figuras 10-12.

Em uma modalidade exemplar, os elementos 902, 904 compreendem a mesma estrutura. Alternativamente, os elementos 902, 904 podem compreender estruturas diferentes.
25 Por exemplo, o elemento 902 pode compreender duas camadas contínuas sobrepostas de material com aberturas nas mesmas conforme ilustrado em qualquer uma das Figuras 1-4. O elemento 904 pode ser idêntico ao elemento 902. Alternativamente, o elemento 904 pode compreender qualquer
30 uma das estruturas ilustradas nas Figuras 5-8 ou 10-12, tal

como elementos sobrepostos alternados conforme ilustrado na Figura 5. Independente da estrutura dos elementos 902, 904 cada elemento pode compreender material similar aos materiais das camadas 110, 120 descritas previamente com
5 referência às Figuras 1A, 1B, 2 e 14 e pode similarmente ser acoplado à roda 140 ou pneu 160. Conseqüentemente, aqueles materiais podem ter propriedades de resistência ao fluxo para criar uma barreira resistente ao fluxo e um atenuador de ruído friccional para cada elemento 902, 904.

10 Os dois elementos 902, 904 são acoplados à roda 140 ou pneu 160 de tal modo que eles formam três cavidades de ar resistentes ao fluxo dentro da câmara de ar interna do pneu. A cavidade de ar interna 170 é formada entre a roda 140 e o elemento interno 902. A cavidade de ar média
15 975 é formada entre os elementos 902 e 904. A cavidade de ar externa 180 é formada entre o elemento 904 e o pneu. Nas modalidades exemplares alternativas, elementos adicionais podem ser usados para criar mais barreiras resistentes ao fluxo de ar e cavidades de ar dentro da câmara de ar
20 interna do pneu. A criação de múltiplas barreiras resistentes ao fluxo limita o fluxo de ar através de cada barreira e, portanto, absorve o ruído associado às ondas de choque sonoras passando através das mesmas. Em uma modalidade exemplar, a cavidade de ar média 975 pode ter um
25 volume que é menor do que o volume da cavidade de ar interna 170. Em outra modalidade exemplar, a cavidade de ar média 975 pode ter um volume que é de aproximadamente 60-75% inferior ao volume da cavidade de ar interna 170.

Em uma modalidade exemplar, os elementos 902-904
30 podem ser acoplados entre si e então à roda 140 ou pneu 160

no local 150. Alternativamente, cada elemento pode ser acoplado à roda ou pneu individualmente no mesmo local ou em locais separados. Vários meios de acoplamento podem ser usados conforme discutido aqui incluindo adesivos, prendedores, inserção em uma ranhura, ou outro método adequado.

Como mostrado nas Figuras 9A e 9B, os elementos 902, 904 criam três cavidade de ar 170, 180, 975 dentro da câmara de ar interna do pneu. Elementos adicionais podem ser usados para criar cavidades de ar adicionais, se desejado. Adicionalmente, as cavidades de ar 170, 180, 975 podem ser formadas mediante acoplamento dos elementos 902, 904 ao pneu 160.

A Figura 10 é uma vista em perspectiva ilustrando um sistema de absorção de ruído de pneu 1000 compreendendo uma barreira resistente ao fluxo de ar tubular 1002 de acordo com outra modalidade exemplar. A barreira 1002 compreende um elemento tubular de material resistente ao fluxo tecido em um formato curvo de tal modo que ele cabe na câmara de ar interna do pneu definida pela roda 140 e o pneu 160. A força centrífuga provida pela roda giratória faz com que a barreira tubular seja erguida e encha de ar, criando uma cavidade resistente ao fluxo que absorverá as ondas de choque fluindo através da barreira 1002 para reduzir o ruído do pneu.

A barreira tubular 1002 pode ser acoplada em torno da roda em uma variedade de formas adequadas. Por exemplo, a barreira tubular 1002 pode ser afilada e acoplada em suas extremidades, desse modo vedando a cavidade de ar em um local. Ela também pode ser tecida em

conjunto para criar uma cavidade de ar circular contínua. Tal modalidade pode ser tecida ou acoplada em qualquer outra forma adequada seja diretamente em torno da roda ou antecipadamente e então montada sobre a roda. O elemento
5 1002 pode ser então acoplado à roda ou pneu. Alternativamente, ele pode ser deixado não-fixado, permanecendo em posição mediante envolvimento da circunferência da roda 140.

O elemento 1002 pode compreender materiais
10 similares aos materiais das camadas 110, 120 descritos anteriormente com referência às Figuras 1A, 1B, 2 e 14 e pode ser similarmente acoplado à roda 140 ou pneu 160. Conseqüentemente, aqueles materiais podem ter propriedades de resistência ao fluxo para criar uma barreira resistente
15 ao fluxo.

A Figura 11 é uma vista em perspectiva ilustrando um sistema de absorção de ruído de pneu 1100 compreendendo uma barreira resistente ao fluxo, contínua 1102, de acordo com uma modalidade exemplar. A barreira 1102 compreende um
20 elemento de formato crescente tecido em um formato curvo de tal modo que ele se ajusta em torno da roda 140. Alternativamente, a curvatura da barreira 1102 pode ser semicircular ou qualquer outra curvatura adequada. Por exemplo, a barreira 1102 pode ser curva de tal modo que ela
25 compõe 180 a 270 graus de um círculo, com suas extremidades separadas por uma distância 1104. A barreira 1102 pode ser acoplada ao pneu ou roda mediante qualquer meio adequado descrito aqui. Força centrífuga provida pela roda giratória 140 faz com que a barreira 1102 seja erguida e encha de ar,
30 criando uma barreira resistente ao fluxo que absorverá as

ondas de choque fluindo através do elemento 1002 para reduzir o ruído do pneu.

A barreira 1102 pode compreender materiais similares aos materiais das camadas 110, 120 descritas previamente com referência às Figuras 1A, 1B, 2 e 14, mas sem aberturas 130, e pode ser similarmente acoplada à roda 140 ou pneu 160. Conseqüentemente, esses materiais podem ter propriedades de resistência ao fluxo para criar uma barreira resistente ao fluxo. Ao mesmo tempo, o material pode prover ainda fluxo de ar suficiente para permitir enchimento completo do pneu.

A Figura 12 é uma vista em perspectiva ilustrando um sistema de absorção de ruído de pneu 1200 compreendendo múltiplas barreiras resistentes ao fluxo de ar 1202 de acordo com uma modalidade exemplar. As barreiras 1202 são elementos tubulares tecidos em um formato curvo e então acoplados à roda 140 ou pneu 160, criando múltiplas cavidades de ar resistentes ao fluxo cada uma delas similar àquelas previamente discutidas com referência à Figura 10. Alternativamente, múltiplos elementos 1202 podem ser acoplados juntos em suas extremidades 1204 para formar um círculo que se ajustará na câmara de ar interna do pneu definida pela roda 140 e pelo pneu 160. A força centrífuga provida pela roda giratória fará com que as barreiras 1202 sejam erguidas e encham de ar, criando cavidades resistentes ao fluxo separadas em torno da roda 140.

A Figura 13 é uma vista em perspectiva ilustrando um elemento representativo 1300 que pode ser usado em qualquer modalidade ilustrada nas Figuras 1-12 e 14 de acordo com uma modalidade exemplar. Desse modo, a Figura 13

ilustra um elemento 1300 cujas características podem ser usadas nos elementos de qualquer uma das modalidades anteriormente descritas para criar uma barreira resistente ao fluxo. O elemento 1300 compreende um amortecedor 1302
5 arranjado em um padrão longitudinal ao longo do elemento 1300. O amortecedor 1302 pode reduzir a vibração de ressonância natural do material, desse modo fazendo com que o elemento 1300 permaneça mais rígido sob situações de alto torque para manter o formato adequado e impedir quebra. O
10 amortecimento pode aumentar a performance de absorção porque o absorvedor terá performance reduzida se ele estiver vibrando em ressonância com uma fonte de som existente. O amortecedor 1302 pode compreender um material flexível, tal como borracha de silicone, um óleo permeável,
15 rosca, epóxi, um elemento de tecido adicional, ou outro material adequado. O material flexível pode adicionar enrijecimento local ao elemento 1300 para criar características ressonantes diferentes para um tipo específico de tecido, desse modo visando um espectro
20 desejado de energia de baixa frequência. Por exemplo, o amortecedor 1302 pode ser adicionado a um único local, ou, alternativamente, ele pode ser disposto em um padrão ao longo do elemento 1300, seja transversalmente, longitudinalmente, ou em outra formação adequada.

25 O elemento 1300 também compreende um acessório 1304. O acessório 1304 compreende um material preso às bordas do elemento 1300 para produzir uma borda composta que provê facilidade e eficiência na fixação do elemento 1300 seja à roda 140 ou pneu 160. Essa opção de acoplamento
30 provê uma possível alternativa para as opções de

acoplamento previamente mencionadas. O acessório 1304 compreende um material que será acoplado mais facilmente à roda 140 ou pneu 160 do que o acoplamento do material do elemento 1300 àqueles itens. Em modalidades exemplares
5 alternativas, o acessório 1304 pode compreender plástico, algodão, tecido, metal, ou qualquer outro material adequado para acoplar o elemento 1302 à roda 140 ou pneu 160.

O acessório 1304 pode ser preso ao material do elemento 1300 com adesivo, rosca, ou outro meio adequado.
10 Conforme ilustrado na Figura 13, o acessório 1304 compreende uma tira de material adequado acoplado ao elemento 1300 ao longo da extensão das bordas do elemento 1300. Alternativamente, o acessório 1304 pode compreender peças menores, distintas que são fixadas repetidamente ao
15 longo das bordas do elemento 1300.

O elemento 1300 pode compreender materiais similares aos materiais das camadas 110, 120 descritas previamente com referência às Figuras 1A, 1B, 2 e 14 e pode ser similarmente acoplado à roda 140 ou pneu 160.
20 Conseqüentemente, aqueles materiais podem ter as propriedades de resistência ao fluxo para criar uma barreira resistente ao fluxo e um atenuador de ruído friccional.

Conforme discutido aqui, um dispositivo de
25 redução de ruído de pneu pode compreender camadas contínuas resistentes ao fluxo de ar, de material sobreposto, com aberturas nas mesmas; uma única camada contínua e resistente ao fluxo sem aberturas; múltiplos elementos individuais com porções de extremidade sobrepostas e/ou
30 entrelaçadas; múltiplos elementos descontínuos; duas ou

mais camadas que criam múltiplas barreiras resistentes ao fluxo; um único elemento tubular; um elemento semicircular; ou múltiplos elementos tubulares.

Em modalidades exemplares, pequenos cursos de
5 produção para o material das barreiras resistentes ao fluxo descritas aqui podem compreender corte a laser das camadas ou elementos individuais para as dimensões específicas da roda e pneu. Cursos de produção grandes podem ser cortados a cunho.

10 De acordo com uma modalidade exemplar, os sistemas de absorção de ruído de pneu aqui descritos podem absorver o som na banda de áudio completa de aproximadamente 15 Hz a aproximadamente 20 kHz. Como algumas estruturas de pneu não incluem ruído em frequências
15 significativamente acima de 800 Hz, os sistemas de absorção de ruído de pneu aqui descritos também podem absorver o som em uma faixa de aproximadamente 15 Hz a aproximadamente 800 Hz. Adicionalmente, variar o material da barreira resistente ao fluxo e o tamanho da cavidade definido pela
20 barreira pode ajustar as características de absorção de frequência de som dos sistemas a uma faixa desejada.

Os sistemas de absorção de ruído de pneu de acordo com as modalidades exemplares aqui descritas podem prover várias vantagens. Por exemplo, reduzir a energia
25 interna do pneu pode reduzir a histérese da estrutura de pneu. Esse efeito pode aumentar a adesão da banda de rodagem mediante redução da energia que causa salto de contato da banda de rodagem. Além disso, reduzir a histérese pode reduzir a temperatura do pneu, o que ode
30 permitir que um fabricante de pneu utilize compostos de

pneu com maior adesão, mas com temperatura máxima inferior. Reduzir a temperatura do pneu também pode prolongar a durabilidade dos pneus sob condições de corrida. Para aplicações comerciais, a redução da temperatura e o aumento da adesão podem resultar em resistência inferior ao rolamento e maior durabilidade do pneu. Esse efeito resultaria em custos de operação significativamente inferiores para aplicações tais como caminhões pesados e trânsito público. Cada um desses aperfeiçoamentos pode resultar em aperfeiçoamentos no desempenho do automóvel.

O dispositivo aumenta a durabilidade do pneu mediante absorção da energia dentro do pneu, desse modo reduzindo o salto de contato. Essa redução aumenta a adesão do pneu à superfície da rodovia, o que pode reduzir o movimento de esfregação entre o pneu e a superfície da rodovia. Como a esfregação de borracha mediante deslizamento de adesão é a grande causa de desgaste de pneu, os sistemas de absorção de ruído do pneu podem aumentar a performance dinâmica e a adesão de um pneu.

Em uma modalidade exemplar alternativa (não mostrado), uma ou mais camadas de metal micro-perfuradas podem ser usadas em vez das camadas de tecido. As camadas de metal podem ser formadas de modo a ter o formato desejado em torno da circunferência da roda 140, podem ser acopladas à roda 140 ou a um pneu 160 montado na roda 140, e podem criar uma cavidade de ar interna e externa 170, 180 entre o pneu 160 e a roda 140. As perfurações nas camadas podem limitar o fluxo de ar entre as cavidades externa e interna 170, 180, desse modo absorvendo a energia de baixa frequência das ondas de choque transmitidas entre as

cavidades, externa e interna, 170, 180, e vice-versa. Adicionalmente, se múltiplas camadas forem utilizadas, as ondas de choque podem fazer com que múltiplas camadas se desloquem em relação umas às outras, desse modo absorvendo 5 energia adicional mediante conversão da energia de fricção em calor. De acordo com uma modalidade exemplar, as perfurações nas camadas de metal podem produzir uma porosidade na faixa de aproximadamente 10% a aproximadamente 50% de enchimento da cavidade em saturação 10 da cavidade.

Embora modalidades específicas tenham sido descritas acima, em detalhe, a descrição tem apenas a finalidade de ilustração. Diversas modificações, e etapas equivalentes correspondendo aos aspectos revelados das 15 modalidades exemplares, além daquelas descritas acima, podem ser feitas por aqueles versados na técnica sem se afastar do espírito e escopo da invenção definidos nas reivindicações a seguir, a cujo escopo deve ser concedido à interpretação mais ampla de modo a abranger tais 20 modificações e estruturas equivalentes.

REIVINDICAÇÕES

1. Sistema para dissipar ondas de choque sonoras, caracterizado por compreender:

uma roda sobre a qual um pneu pode ser montado
5 para criar uma câmara de ar interna definida pela roda e pelo pneu;

uma barreira resistente ao fluxo acoplada à roda e definindo uma cavidade de ar que está dentro da câmara de ar interna e que está entre a barreira e a roda, a barreira
10 compreendendo um material que proporciona uma resistência acústica às ondas de choque sonoras passando através da mesma,

a cavidade de ar definida pela barreira tendo um volume de tal modo que o ar dentro da cavidade oferece
15 impedância relativamente pequena à passagem de ondas de choque através da barreira e para dentro da cavidade de ar.

2. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a força centrífuga ergue a barreira em torno da roda para criar a cavidade de ar.

20 3. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a barreira produz calor friccional quando deslocada por uma onda de choque, desse modo convertendo a energia da onda de choque em calor para reduzir o ruído associado à mesma.

25 4. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a barreira é acoplada à roda utilizando pelo menos um método selecionado do grupo consistindo em colagem, crimpagem, moldagem e soldagem.

5. Sistema, de acordo com a reivindicação 1,
30 caracterizado pelo fato de que a barreira compreende um

elemento amortecedor que muda uma frequência ressonante do sistema.

6. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a barreira compreende uma
5 camada contínua de material resistente ao fluxo disposta em torno da roda.

7. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a barreira compreende uma pluralidade de camadas dispostas adjacentes entre si, em
10 que cada uma das camadas compreende uma pluralidade de aberturas, e em que as camadas adjacentes das camadas são dispostas de tal modo que as aberturas em camadas adjacentes são deslocadas.

8. Sistema, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que cada uma das camadas
15 compreende uma borda de camada correspondendo à circunferência da roda, e em que as camadas são acopladas juntas em suas bordas de camada respectivas.

9. Sistema, de acordo com a reivindicação 7, caracterizado pelo fato de que a barreira compreende uma
20 borda de barreira correspondendo à circunferência da roda, e em que a barreira é acoplada em torno da roda na borda da barreira.

10. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a barreira compreende uma
25 pluralidade de elementos sobrepostos dispostos continuamente em torno da roda de tal modo que cada um dos elementos se sobrepõe a uma extremidade de um elemento adjacente dos elementos.

30 11. Sistema, de acordo com a reivindicação 1,

caracterizado pelo fato de que a barreira compreende uma pluralidade de elementos dispostos continuamente em torno da roda de tal modo que elementos alternados dos elementos são sobrepostos em uma de suas extremidades por um elemento
5 adjacente dos elementos e é sobreposto na outra de suas extremidades por outro elemento adjacente dos elementos.

12. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a barreira compreende uma pluralidade de elementos de entrelaçamento dispostos
10 continuamente em torno da roda.

13. Sistema, de acordo com a reivindicação 12, caracterizado pelo fato de que cada um dos elementos de entrelaçamento compreende dois componentes de material resistente ao fluxo com um primeiro componente sendo mais
15 longo do que um segundo componente, em que os elementos de entrelaçamento são dispostos continuamente em torno da roda de tal modo que o componente mais longo de cada um dos elementos é disposto entre os componentes mais longos e mais curtos de um elemento adjacente dos elementos.

20 14. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a barreira resistente ao fluxo define uma pluralidade de cavidades de ar que estão dentro da câmara de ar interna e que estão entre a barreira e a roda, em que a barreira provê uma resistência acústica
25 às ondas de choque sonoras passando através da mesma para cada uma das cavidades de ar, e em que cada uma das cavidades de ar tem um volume tal que o ar dentro da cavidade de ar respectiva oferece relativamente pequena impedância para a passagem de ondas de choque através da
30 barreira e para a cavidade de ar respectiva.

15. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a barreira resistente ao fluxo compreende pelo menos uma barreira resistente ao fluxo de formato tubular disposta em torno da roda,

5 em que o formato tubular da barreira resistente ao fluxo define a cavidade de ar que está entre a barreira e a roda.

16. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a barreira resistente ao
10 fluxo compreende uma pluralidade de barreiras resistentes ao fluxo de formato tubular, dispostas em torno da roda,

em que o formato tubular de cada uma das barreiras resistentes ao fluxo define uma cavidade de ar respectiva que está entre a barreira e a roda.

15 17. Sistema, de acordo com a reivindicação 1, caracterizado por compreender ainda o pneu montado na roda.

18. Sistema para dissipar ondas de choque sonoras, caracterizado por compreender:

um pneu que pode ser montado em uma roda para
20 criar uma câmara de ar interna definida pelo pneu e pela roda;

uma barreira resistente ao fluxo acoplada ao pneu e definindo uma cavidade de ar dentro da câmara de ar interna, a cavidade de ar sendo disposta entre a barreira e
25 a roda quando o pneu é montado na roda, a barreira compreendendo um material que proporciona uma resistência acústica às ondas de choque sonoras passando através da mesma,

a cavidade de ar definida pela barreira tendo um
30 volume tal que o ar dentro da cavidade oferece impedância

relativamente pequena para a passagem das ondas de choque através da barreira e para a cavidade de ar.

19. Sistema, de acordo com a reivindicação 18, caracterizado por compreender adicionalmente a roda, em que
5 o pneu é montado na roda.

20. Dispositivo para dissipar as ondas de choque sonoras, caracterizado por compreender:

uma barreira resistente ao fluxo que define uma cavidade de ar dentro de uma câmara de ar interna que é
10 criada por um pneu montado em uma roda e que está entre a barreira e a roda, a barreira compreendendo um material que proporciona uma resistência acústica às ondas de choque sonoras passando através do mesmo,

a cavidade de ar definida pela barreira tendo um
15 volume de tal modo que o ar dentro da cavidade oferece impedância relativamente pequena para a passagem de ondas de choque através da barreira e para a cavidade de ar.

21. Sistema, de acordo com a reivindicação 20, caracterizado por compreender ainda a roda, em que a
20 barreira é fixada à roda.

22. Sistema, de acordo com a reivindicação 20, caracterizado por compreender ainda o pneu, em que a barreira é presa ao pneu.

23. Sistema, de acordo com a reivindicação 20, caracterizado por compreender ainda a roda e o pneu, em que
25 a barreira é presa à roda ou ao pneu.

24. Sistema para dissipar ondas de choque geradoras de ruído, caracterizado por compreender:

pelo menos um elemento disposto em uma câmara de
30 ar interna definida por uma roda e um pneu, o elemento

compreendendo pelo menos dois componentes,

em que os componentes produzem calor friccional quando deslocados por uma onda de choque, desse modo convertendo a energia da onda de choque em calor para
5 reduzir o ruído a isso associado.

25. Sistema, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado pelo fato de que a força centrífuga faz com que os componentes para cada um dos elementos estabeleçam contato mútuo.

10 26. Sistema, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado por compreender ainda a roda, em que os elementos são acoplados à roda.

27. Sistema, de acordo com a reivindicação 24, caracterizado por compreender ainda o pneu, em que os
15 elementos são acoplados ao pneu.

28. Sistema, de acordo com a reivindicação 3, caracterizado pelo fato de que a barreira compreende pelo menos dois componentes, e em que os componentes estabelecem contato mútuo quando deslocados pela onda de choque para
20 produzir o calor friccional, desse modo convertendo a energia da onda de choque em calor para reduzir o ruído a isso associado.

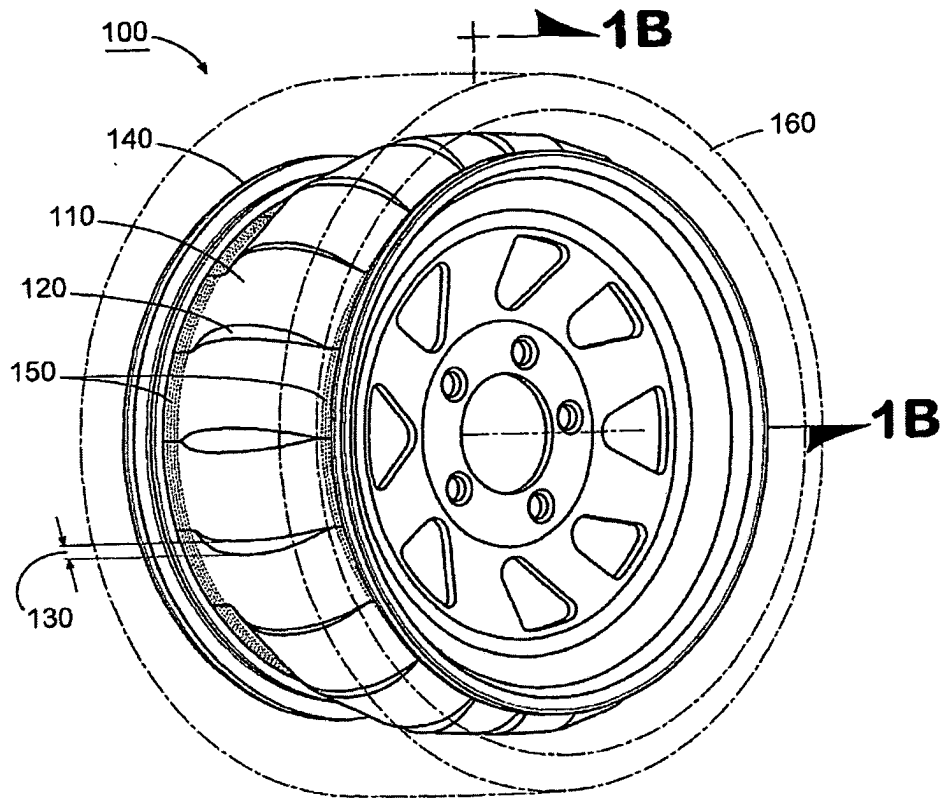


FIG. 1A

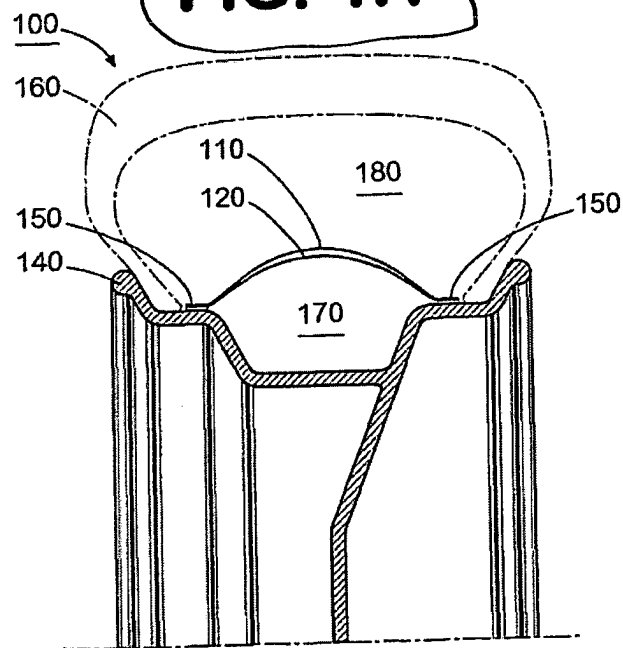


FIG. 1B

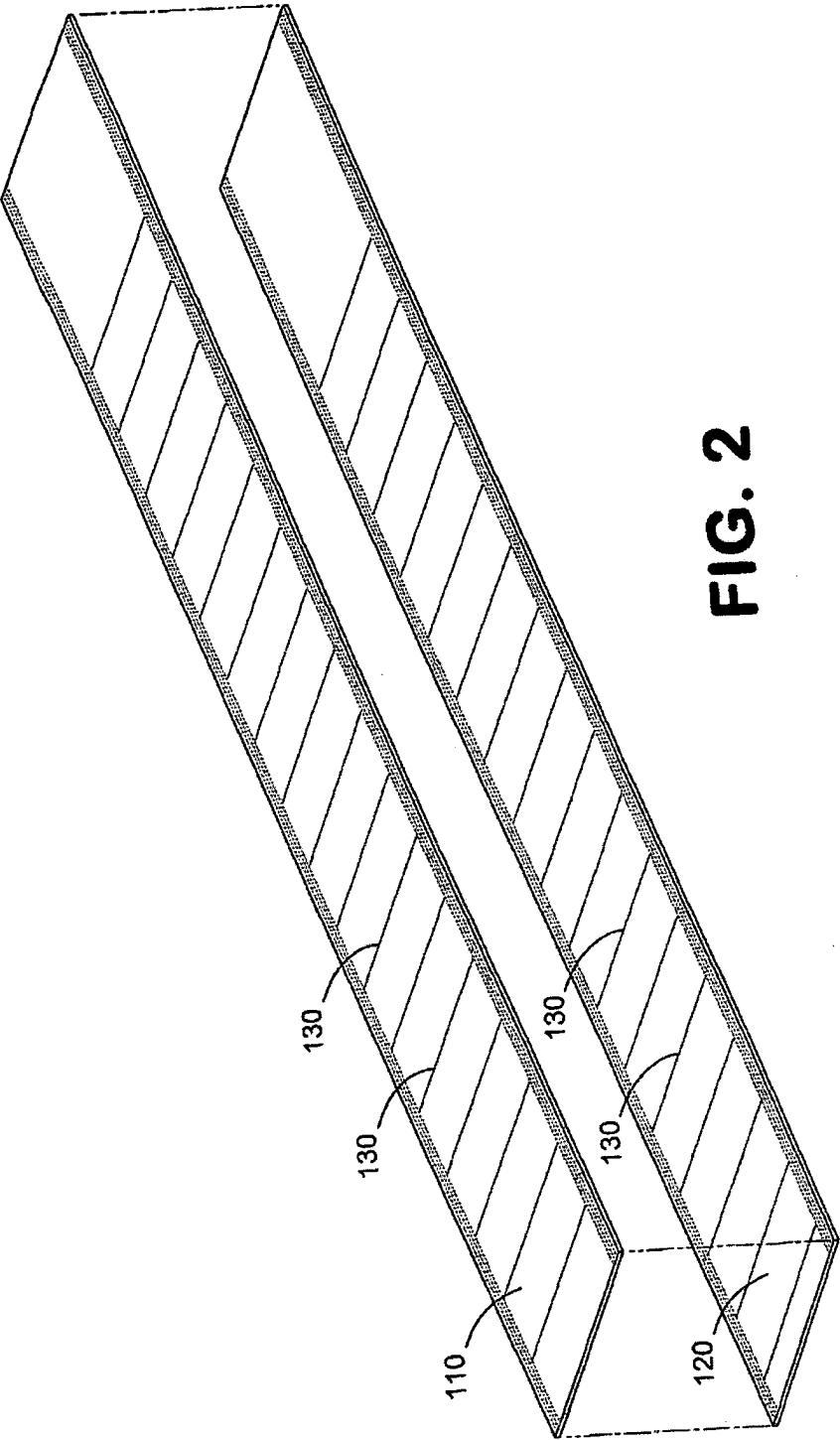


FIG. 2

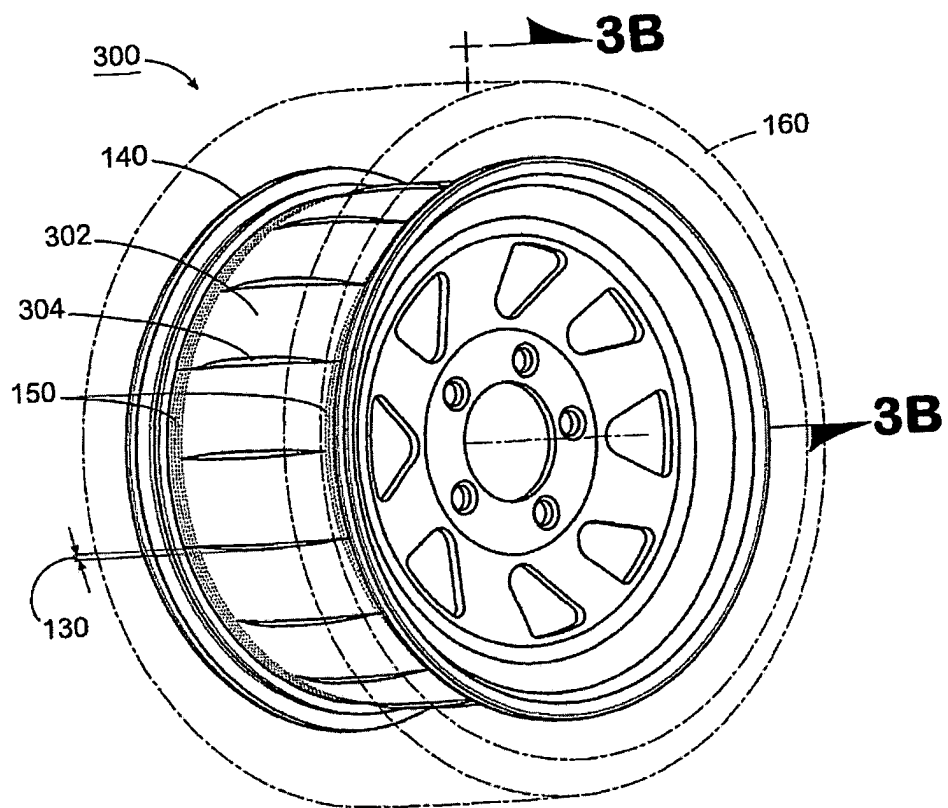


FIG. 3A

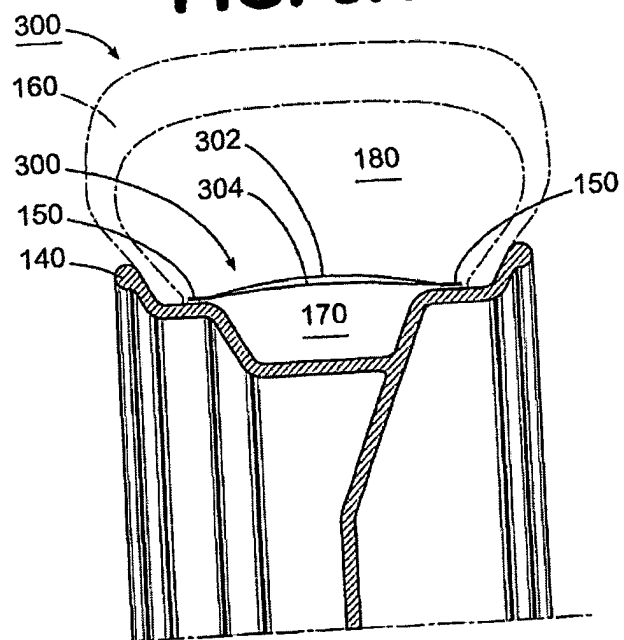


FIG. 3B

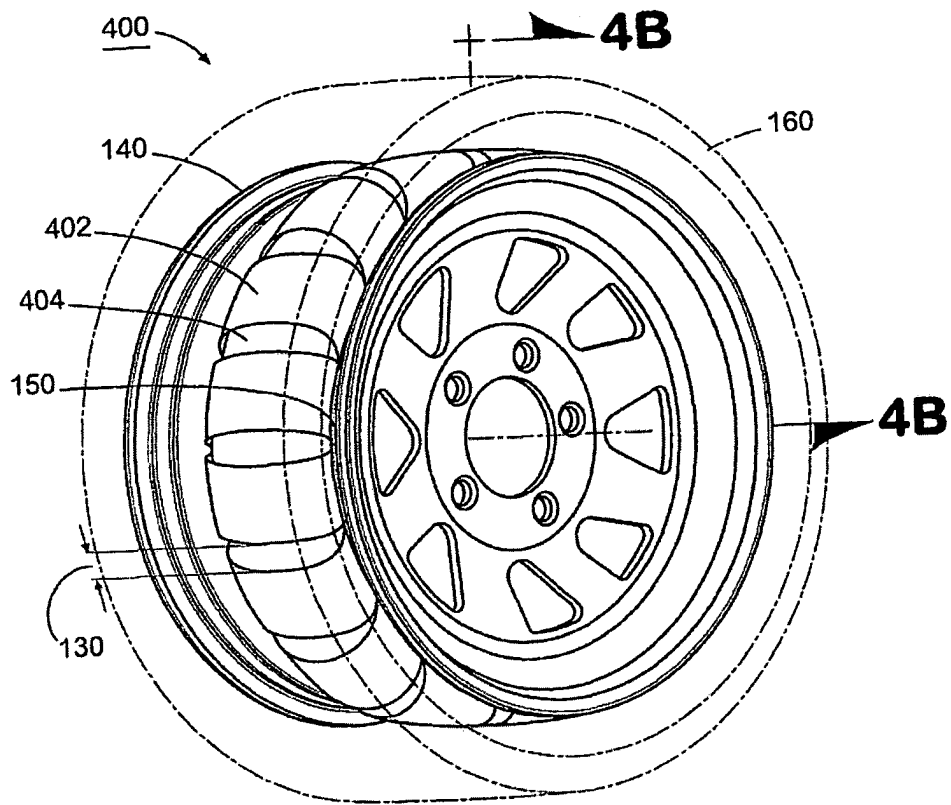


FIG. 4A

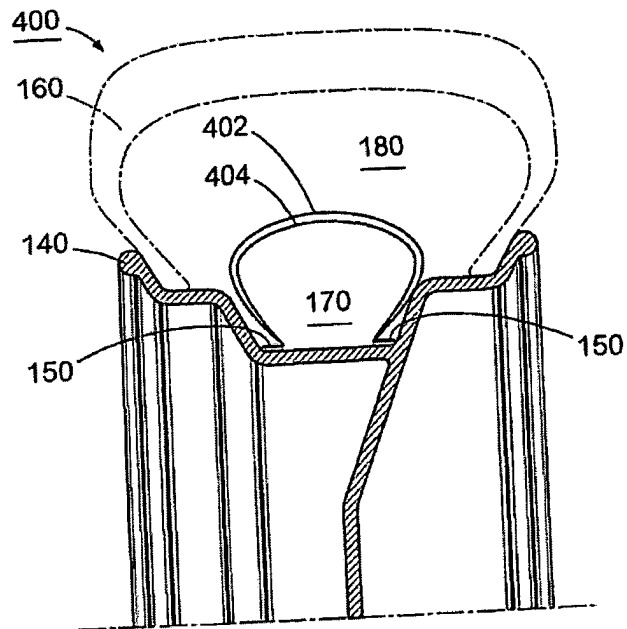
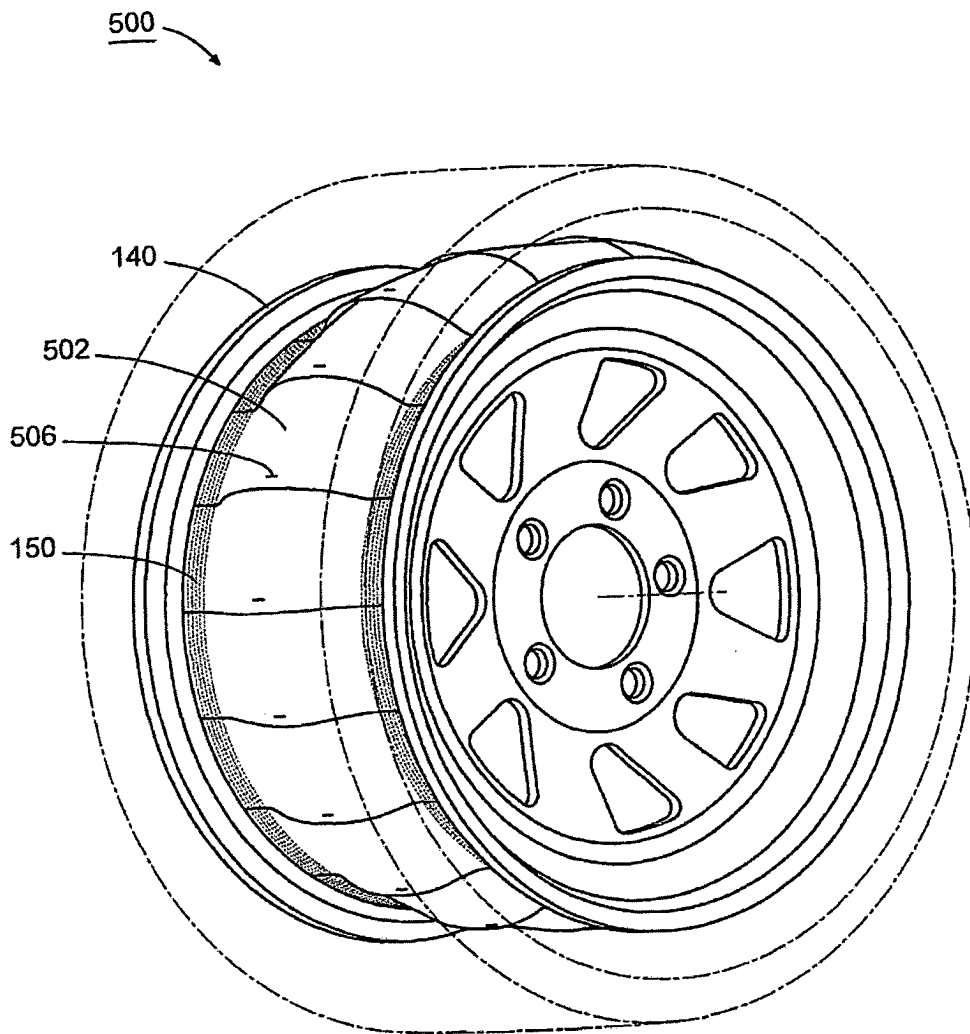
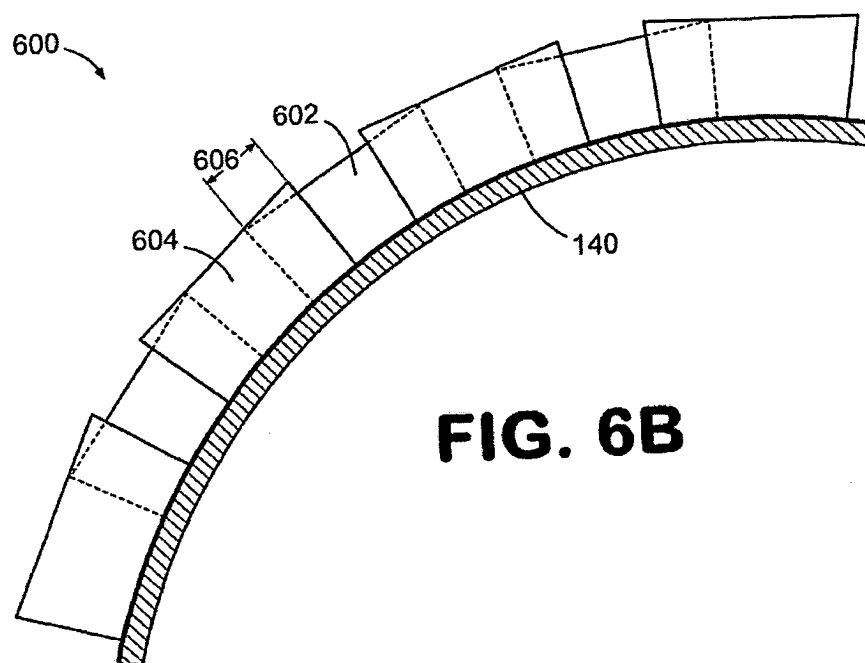
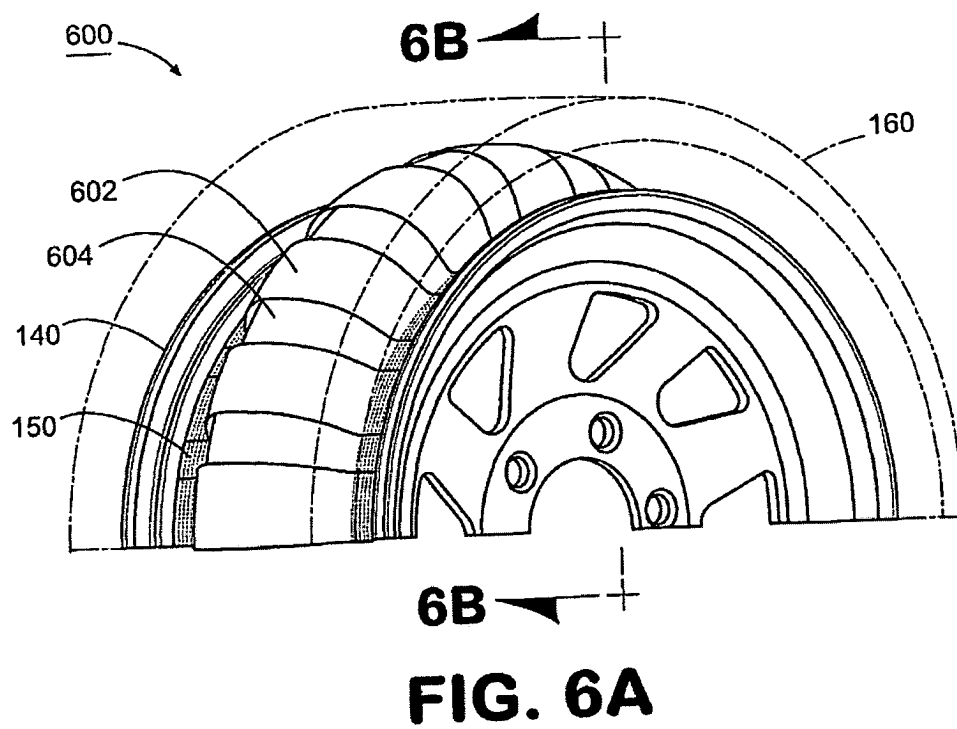


FIG. 4B

**FIG. 5**



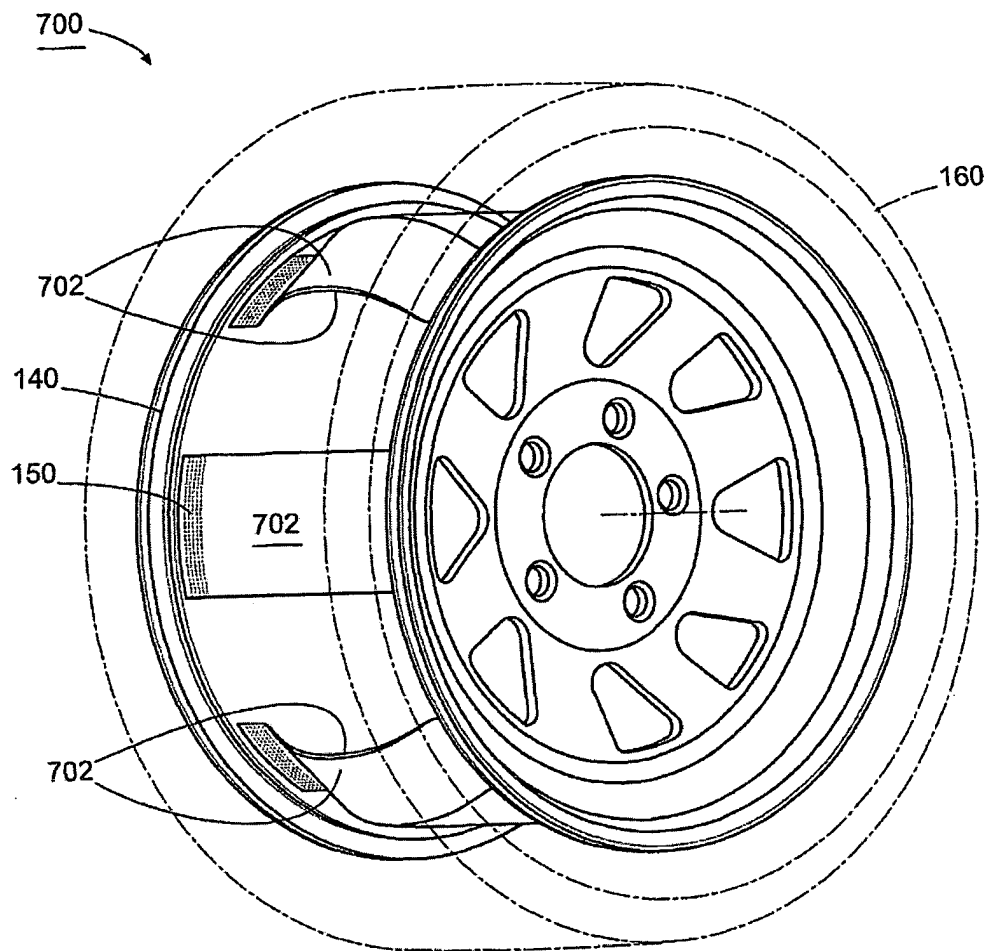
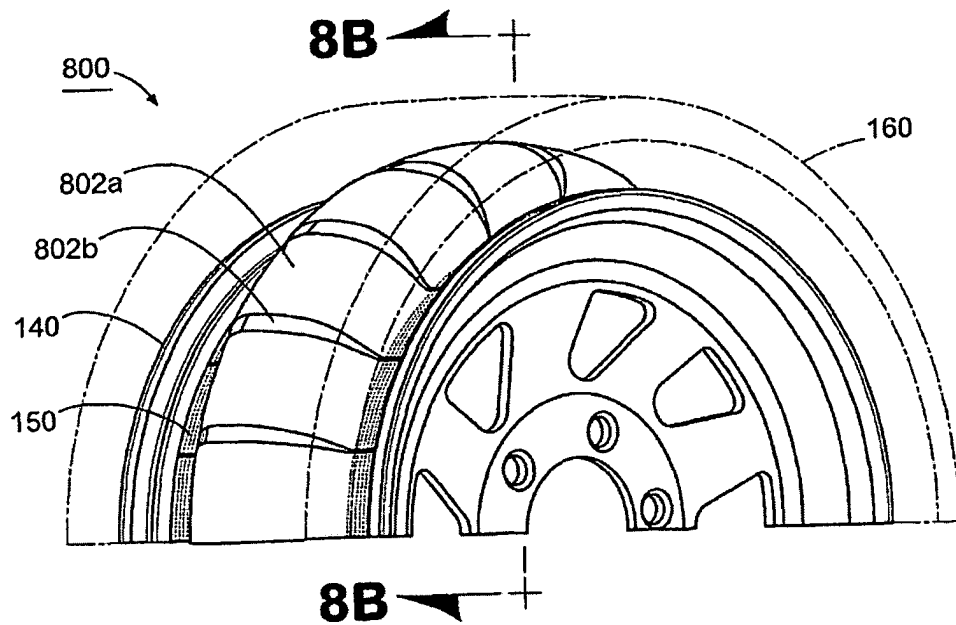
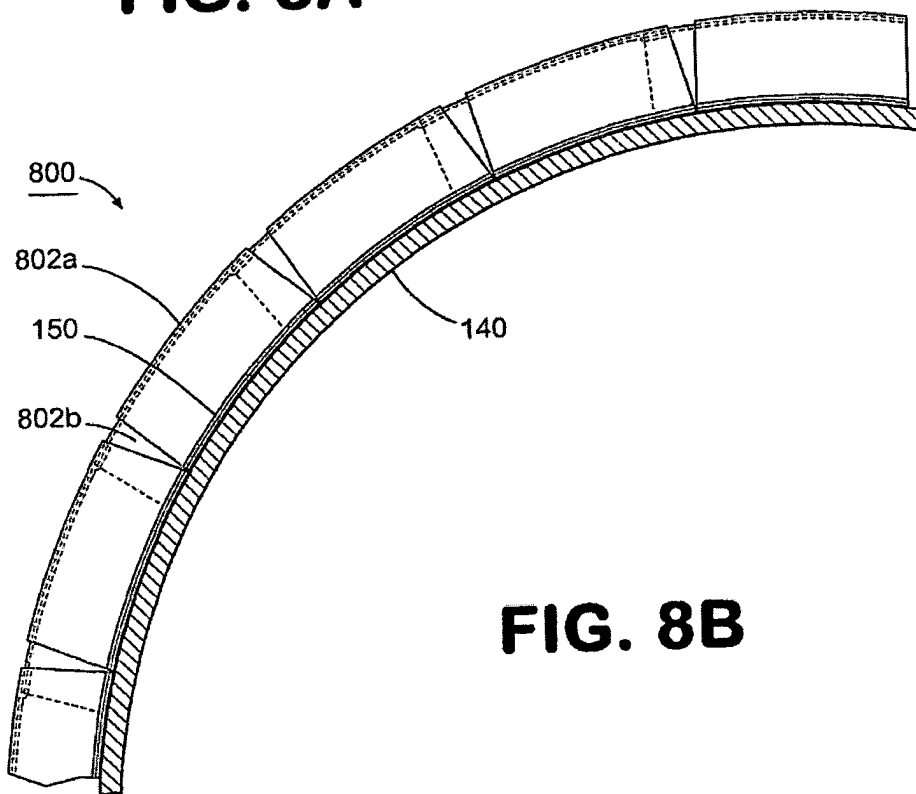


FIG. 7

**FIG. 8A****FIG. 8B**

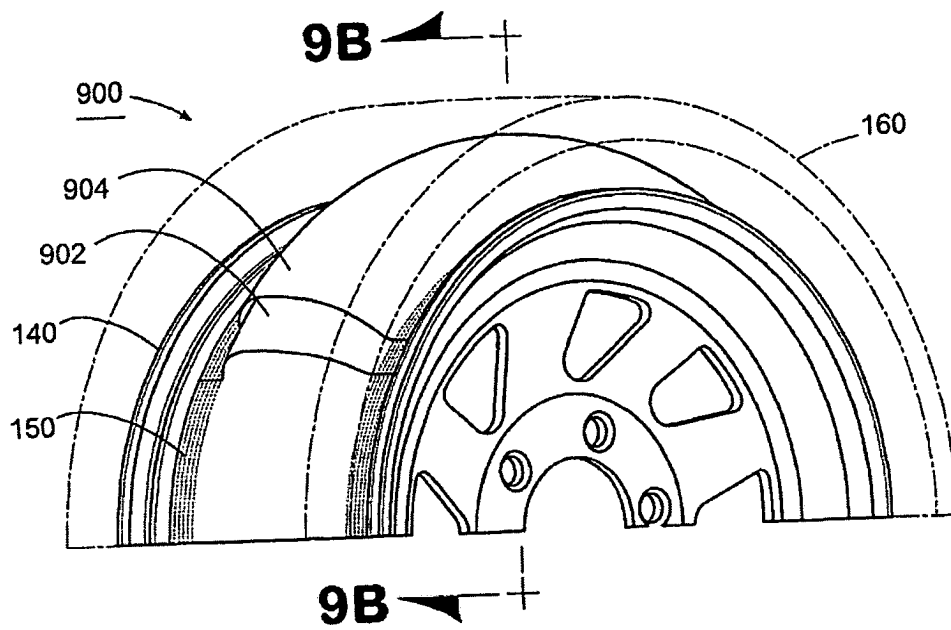


FIG. 9A

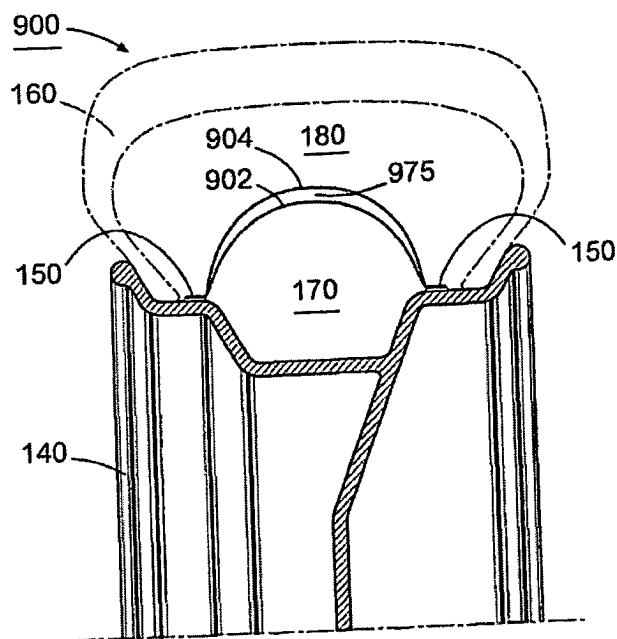


FIG. 9B

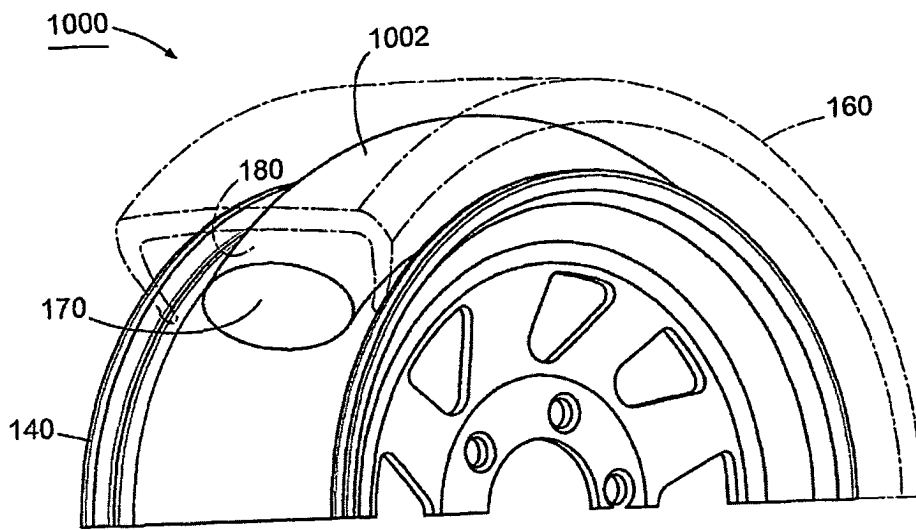


FIG. 10

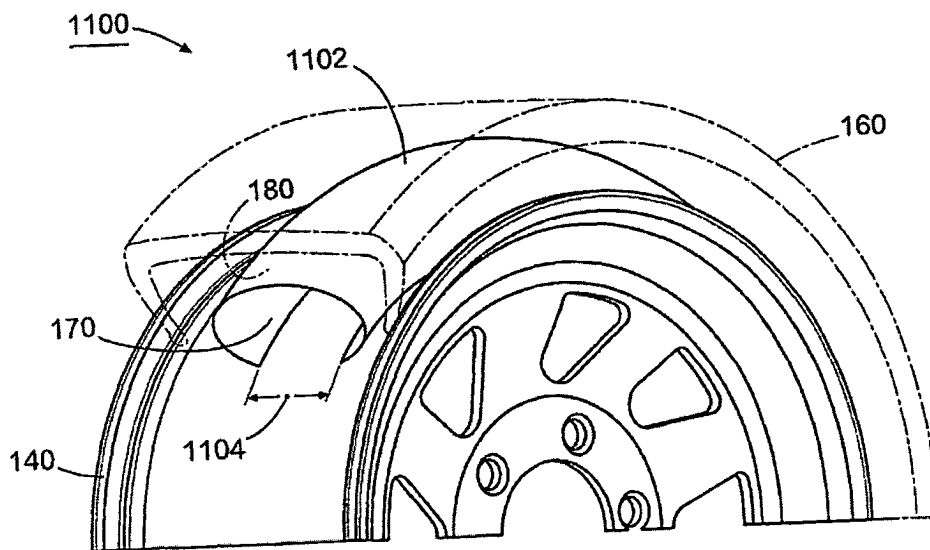


FIG. 11

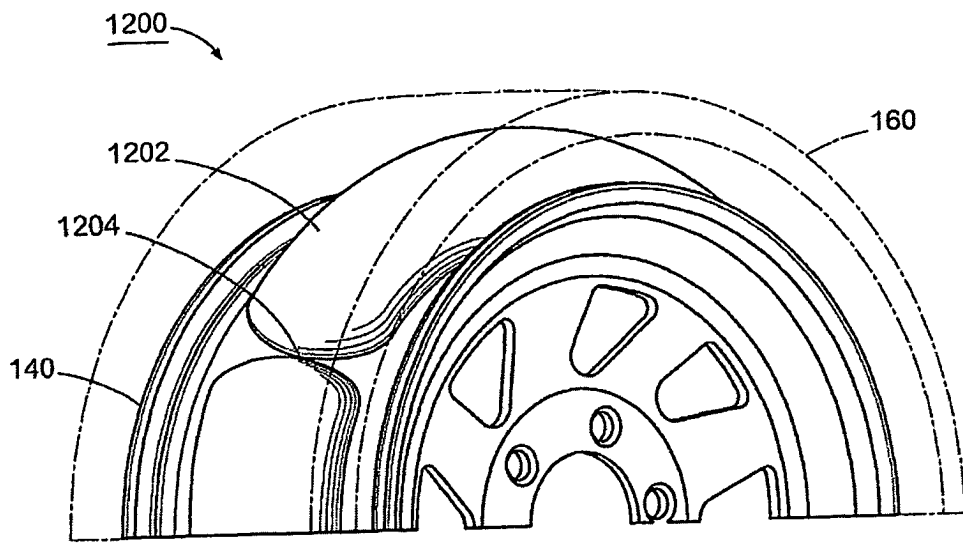


FIG. 12

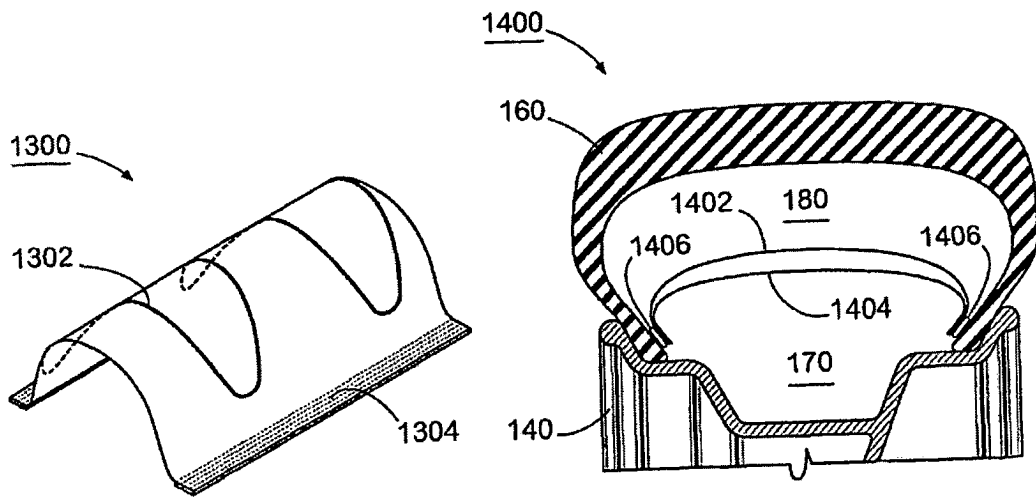


FIG. 13

FIG. 14

DISPOSITIVO E SISTEMA DE REDUÇÃO DE RUÍDO DE PNEU E RODA

Um sistema para dissipar ondas de choque sonoras dentro de um pneu de veículo inclui uma roda sobre a qual é montado um pneu para criar uma câmara de ar interna
5 definida pela roda e pelo pneu. Uma barreira resistente ao fluxo é acoplada à roda ou ao pneu e define uma cavidade de ar dentro da câmara de ar interna. A barreira compreende o material que proporciona uma resistência acústica às ondas de choque sonoras passando através do mesmo. A cavidade de
10 ar definida pela barreira tem um volume tal que o ar dentro da cavidade oferece impedância relativamente pequena para a passagem de ondas de choque através da barreira e para dentro da cavidade de ar. A barreira também pode produzir calor friccional quando deslocada por uma onda de choque,
15 desse modo convertendo a energia da onda de choque em calor para reduzir o ruído a isso associado.