



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

(21) **PI 1101516-0 A2**

(22) Data de Depósito: 19/04/2011
(43) Data da Publicação: 04/09/2012
(RPI 2174)



(51) *Int.Cl.:*
B60C 1/00
B60C 11/00
B60C 11/14

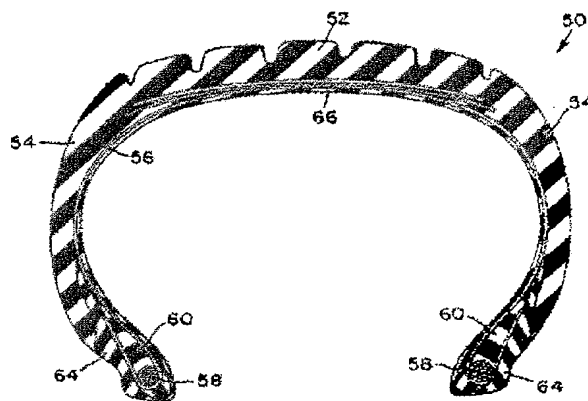
(54) **Título:** PNEUMÁTICO APRESENTANDO BANDA DE RODAGEM ANISOTRÓPICA

(30) **Prioridade Unionista:** 26/04/2010 US 12/767.303

(73) **Titular(es):** The Goodyear Tire & Rubber Company

(72) **Inventor(es):** Annette Lechtenboehmer, Carolin Anna Welter, Richard Mbewo Samwayeba Fosam

(57) **Resumo:** PNEUMÁTICO APRESENTANDO BANDA DE RODAGEM ANISOTRÓPICA. A presente invenção se refere a um pneumático consistindo em uma banda de rodagem, a banda de rodagem compreendendo uma composição de borracha que contata o solo consistindo em um elastômero à base de dieno e fibras curtas, onde as fibras curtas se estendem pelo comprimento em uma direção substancialmente axial do pneumático.



“PNEUMÁTICO APRESENTANDO BANDA DE RODAGEM ANISOTRÓPICA”

Antecedentes da Invenção

Tem havido uma demanda crescente com relação ao desenvolvimento de pneumáticos com um alto nível de desempenho de manuseio, boa estabilidade e resposta de direção quando se troca de faixas de rolamento, evitando obstáculos na estrada e nas curvas. O agarre a estrada aperfeiçoado sem comprometimento da estabilidade é importante para veículos que andam em alta velocidade. Contudo, temperaturas operacionais mais altas do pneumático são encontradas em velocidades altas em relação as que são experimentadas durante o acionamento normal e a borracha aquecida no pneumático se torna mais passível de dobra o que reduz a estabilidade de manuseio do pneumático, um emprego chamado de “linha divisória” do dito pneumático.

Um método amplamente adotado para aperfeiçoar a estabilidade, especificamente as propriedades de agarre a estrada, é o aumento da perda de histerese das composições de borracha da banda de rodagem. Uma perda de histerese grande durante a deformação da banda de rodagem é usada para aumentar a força de fricção entre a banda de rodagem e a superfície da estrada. Contudo um aumento significativo da constituição de calor ocorrerá durante a operação dos pneumáticos conforme a perda de histerese da borracha da banda de rodagem se torna grande, fazendo com que a resistência ao desgaste da borracha da banda de rodagem deteriore rapidamente. Por outro lado, acredita-se que a capacidade de controle é significativamente influenciada pela dureza (que está intimamente relacionada à rigidez ao esterçamento do pneumático) e ruptura da resistência das composições de borracha. A fim de melhorar a capacidade de controle, especialmente a resposta da direção, é necessário aumentar a rigidez do composto pneumático em geral e da banda de rodagem especificamente, o que na maioria dos casos resulta em perda de histerese menor. É muito difícil a obtenção de ambas estas propriedades desejadas por técnicas de compostagem convencionais. Existe, portanto, a necessidade de uma banda de rodagem com rigidez ao esterçamento aperfeiçoada.

Sumário da Invenção

A presente invenção é direcionada a um pneumático consistindo em uma banda de rodagem, a banda de rodagem compreendendo uma composição de borracha de contato com o solo consistindo em um elastômero à base de dieno e fibras curtas, onde as fibras curtas se estendem em comprimento em uma direção substancialmente axial do pneumático.

Breve Descrição dos Desenhos

A figura 1 mostra um pneumático de acordo com uma modalidade da invenção.

A figura 2 mostra um material de banda de rodagem para um pneumático de acordo com a invenção.

A figura 3 mostra um detalhe de um pneumático de acordo com a invenção.

As figuras 4A, B e C mostram três modalidades de uma banda de rodagem de um pneumático de acordo com a invenção.

Descrição da Invenção

5 É revelado um pneumático compreendendo uma banda de rodagem, a banda de rodagem compreendendo uma composição de borracha que contata o solo compreendendo um elastômero à base de dieno e fibras curtas, onde as fibras curtas se estendem em comprimento em uma direção substancialmente axial do pneumático.

10 Com referência agora à figura 1, o pneumático radial 50 em seção transversal apresenta uma porção da banda de rodagem 52, costados 54 e uma carcaça 56 que compreende, tipicamente, vários fios de reforço ou cordas se estendendo radialmente, por exemplo, de aço, náilon, poliéster, raíom, vidro, etc., embutidos em uma matriz de borracha. A carcaça 56 pode consistir em uma ou mais lonas; uma lona sendo mostrada no presente documento. As extremidades da carcaça 56 se estendem ao redor de fios de talão 58 e são dobradas de volta do modo convencional. Próximo aos talões 58 se encontra um par de enchimentos 60 e tecidos de náilon de monofilamento 64. Várias correias de borracha reforçada se estendendo circunferencialmente 66 são interpostas entre a banda de rodagem 52 e a carcaça 15 56.

A banda de rodagem 52 é construída de um material de banda de rodagem que pode ser produzido por calandragem ou moldagem por injeção do composto de borracha contendo fibras curtas, vide, por exemplo, as Patentes US números 4.871.004; 6.106.752; 6.387.313 e 6.899.782. No caso da calandragem, por exemplo, um composto de borracha contendo fibras curtas pode ser calandrado em folhas finas onde as fibras são orientadas, tal que, sua dimensão de comprimento é estendida substancialmente na direção da fresa, isto é, na direção da propagação a frente da folha através da calandra. As folhas calandradas assim produzidas podem então ser empilhadas para produzir material de banda de rodagem com espessura desejada. Na fabricação do material de banda de rodagem, as folhas calandradas podem ser posicionadas, de modo que as fibras orientadas são dispostas em uma orientação desejada com relação às direções axial ou de circunferência do pneumático onde o material de banda de rodagem é empregado. Neste contexto, quando se refere à orientação das fibras curtas como sendo orientadas em uma “direção substancialmente axial do pneumático”, isto significa no presente documento que a banda de rodagem é construída do material de banda de rodagem, onde o composto de borracha compreendendo as fibras curtas é orientado com sua direção de fresa paralela à direção axial do pneumático. A banda 20 de rodagem é desta forma anisotrópica, mostrando a capacidade de direcionamento das propriedades física e de desempenho devido à capacidade de direcionamento das fibras curtas. 25 30 35

Com referência agora à figura 2, é ilustrado o material de banda de rodagem 100 com fibras curtas 102. O material de banda de rodagem 100 pode ser empregado para fabricar a banda de rodagem 52 durante a constituição do pneumático 50. A banda de rodagem 100 é tipicamente posicionada durante a constituição do pneumático de acordo com a direção de circunferência 104 do pneumático e direção axial 106 do pneumático, com a superfície de rolamento 108 posicionada para permitir contato, por exemplo, com o solo ou a superfície da estrada. Na figura 2, as fibras curtas 102 são estendidas na longitudinal em uma direção substancialmente axial.

A figura 3 mostra uma vista a curta distância das fibras curtas 102 estendidas longitudinalmente em uma direção substancialmente axial. “Extensão longitudinal” significa que a dimensão mais longa de uma dada fibra curta 102 se estende para seu comprimento de extensão 110. Conforme será entendido, fibras curtas 102 dispersas em uma composição de borracha podem não se estender completamente como uma barra ao longo de seu comprimento físico. Ao invés disto e conforme mostrado na figura 3, as fibras curtas 102 podem exibir alguma curvatura ao longo da sua extensão de comprimento 110, devido ao fluxo da borracha durante a compostagem e moldagem. A fibra dispersa 102 pode ser então descrita pelo comprimento da extensão 110 ao longo de um ângulo de extensão que descreve sua extensão. O ângulo de extensão é ilustrado na figura 3 como o ângulo θ , que é o ângulo entre o comprimento da extensão 110 e a linha 112 desenhada paralela à direção axial 106. Na modalidade mostrada na figura 3, para uma dada fibra curta dispersa 102, a direção do comprimento da extensão 110 está dentro de um dado ângulo θ de uma linha 112 desenhada paralela à direção axial do pneumático. Para uma dada fibra 102, o ângulo de extensão θ é medido em um plano contendo comprimento de extensão 110 e linha 112.

O comprimento de extensão 110 e o ângulo de extensão θ podem ser determinados, por exemplo, pela regressão dos quadrados mínimos para determinar uma melhor linha de ajuste através de uma imagem de microscópio de uma fibra dispersa, com referência aos eixos dimensionais apropriados. Em uma modalidade, o comprimento de extensão de pelo menos 90% das fibras curtas está dentro de 30° de uma linha desenhada paralela à direção axial do pneumático, isto é, $\theta \leq 30^\circ$. Em uma modalidade, o comprimento de extensão de pelo menos 90% das fibras curtas está dentro de 15° de uma linha desenhada paralela à direção axial do pneumático, isto é, $\theta \leq 15^\circ$.

As fibras curtas 102 podem ser dispostas no composto de borracha através da largura axial do pneumático 52, ou em uma ou mais zonas definidas distintamente da banda de rodagem. Desta forma, o efeito benéfico das fibras orientadas pode ser obtido com uso mínimo das fibras. Com referência agora às figuras 4A, 4B e 4C, três modalidades da banda de rodagem são mostradas em seção transversal como 52a, 52b e 52c, respectivamente onde não são mostrados detalhes, tais como, ranhuras das bandas de rodagem, por ques-

tões de clareza. Na figura 4A, a banda de rodagem 54a é mostrada incluindo fibras curtas orientadas através de toda largura da banda de rodagem TW. Na figura 4B, a banda de rodagem 52b inclui primeira e segunda zonas de banda de rodagem adjacentes e de circunferência 68, 70. A primeira zona de circunferência 68 localizada próxima ao ressalto 78 se estende apenas a uma fração da largura da banda de rodagem TW e inclui fibras curtas 102 estendidas pelo comprimento em uma direção substancialmente axial da banda de rodagem 52b. A segunda zona de circunferência 70 não inclui fibras orientadas. Na figura 4C, a banda de rodagem 52c inclui uma zona de banda de rodagem central, de circunferência 76 e primeira e segunda zonas de banda de rodagem de circunferência, externas, 72, 74 cada uma disposta axial e distalmente dos lados opostos da zona central. A primeira e segunda zonas de banda de rodagem externas, de circunferência 72, 74 são dispostas próximas aos ressaltos 80, 82. Primeira e segunda zonas de banda de rodagem de circunferência externas 72, 74 incluem fibras curtas 102 de comprimento estendido em uma direção substancialmente axial à banda de rodagem 52c e a zona de banda de rodagem de circunferência, central 76 não inclui fibras orientadas.

A composição de borracha, tal como aquela usada no material da banda de rodagem 100 e banda de rodagem 52 inclui fibras curtas. Fibras curtas apropriadas incluem quaisquer fibras têxteis como são conhecidas na técnica. Em uma modalidade, as fibras curtas são selecionadas do grupo consistindo em fibras de poliaramida, fibras de poliéster, fibras de poliamida, fibras de policetona, fibras de polibisoxazol, fibras de raiom e fibras metálicas. Em uma modalidade, as fibras curtas são fibras de poliaramida. Em uma modalidade, as fibras curtas são fibras e poliaramida fibriladas.

Em uma modalidade, as fibras curtas possuem um comprimento variando de 0,1 a 10 mm. Em uma modalidade, as fibras curtas possuem uma espessura variando de 1 a 20 micra.

Em uma modalidade, as fibras curtas estão presentes na composição de borracha em uma quantidade variando de 0,5 a 30 phr. Em uma modalidade, as fibras curtas estão presentes na composição de borracha em uma quantidade variando de 5 a 15 phr. As fibras curtas podem ser usadas como a fibra bruta ou pré-misturadas com um elastômero como uma batelada mestra.

A composição de borracha pode ser fabricada com borrachas ou elastômeros contendo insaturação olefínica. As frases “borracha ou elastômero contendo insaturação olefínica” ou “elastômero à base de dieno” pretendem incluir ambas a borracha natural e suas várias formas cruas e recauchutadas, bem como várias borrachas sintéticas. Na descrição desta invenção, os termos “borracha” e “elastômero” podem ser intercambiáveis, a menos que de outra forma determinado. Os termos “composição de borracha”, “borracha composta” e “composto de borracha” são usados intercambiavelmente, para se referir à borracha

que foi combinada ou misturada com vários ingredientes e materiais e tais termos são bem conhecidos dos versados na técnica de mistura de borracha ou compostagem de borracha. Polímeros sintéticos representativos são os produtos de homopolimerização de butadieno e seus homólogos e derivados, por exemplo, metilbutadieno, dimetilbutadieno e pentadieno, bem como copolímeros, tais como aqueles formados de butadieno ou seus homólogos ou derivados com outros monômeros insaturados. Entre os últimos encontram-se os acetilenos, por exemplo, acetileno vinílico; olefinas, por exemplo, isobutileno, que copolimerizam com isopreno para formar borracha butílica; compostos vinílicos, por exemplo, ácido acrílico, acrilonitrila (que polimerizam com butadieno para formar NBR), ácido metacrílico e estireno, o último composto polimerizando com butadieno para formar SBR, bem como ésteres vinílicos e vários aldeídos insaturados, cetonas e éteres, por exemplo, acroleína, metil isopropenil cetona e éter viniletílico. Exemplos específicos de borrachas sintéticas incluem neopreno (policloropreno), polibutadieno (incluindo cis-1,4-polibutadieno), poliisopreno (incluindo cis-1,4-poliisopreno), borracha butílica, borracha halobutílica, tal como, borracha clorobutílica ou borracha bromobutílica, borracha de estireno/isopreno/butadieno, copolímeros de 1,3-butadieno ou isopreno com monômeros, tais como, estireno, acrilonitrila e metacrilato de metila, bem como terpolímeros de etileno/propileno, também conhecidos como monômero etileno/propileno/dieno (EPDM) e, especificamente, terpolímeros de etileno/propileno/diciclopentadieno. Exemplos adicionais de borrachas que podem ser empregadas incluem polímeros polimerizados de solução funcionalizada final de alcóxi-silila (SBR, PBR, IBR e SIBR), polímeros acoplados a silício e polímeros ramificados em estrela acoplados ao estanho. A borracha preferida ou elastômeros são poliisopreno (natural ou sintético), polibutadieno e SBR.

Em um aspecto, a borracha é preferivelmente de pelo menos duas das borrachas à base de dieno. Por exemplo, uma combinação de duas ou mais borrachas é preferida, tal como, borracha cis 1,4-poliisopreno (natural ou sintética, embora a natural seja a preferida), borracha de 3,4-polisopreno, borracha de estireno/isopreno/butadieno, polimerização de solução e emulsão derivada de borrachas de estireno/butadieno, borrachas de cis 1,4-polibutadieno e polimerização em emulsão preparada de copolímeros de butadieno/acrilonitrila.

Em um aspecto desta invenção, um estireno/butadieno derivado de polimerização em emulsão (E-SBR) pode ser usado, possuindo um teor de estireno relativamente convencional de cerca de 20 a cerca de 28% em peso de estireno ligado ou, para algumas aplicações, um E-SBR possuindo um teor de estireno ligado de médio a relativamente alto; a saber, um teor de estireno ligado de cerca de 28 a cerca de 45%.

E-SBR preparada por polimerização em emulsão significa que estireno e 1,3-butadieno são copolimerizados como uma emulsão aquosa. Estes são bem conhecidos dos

versados na técnica. O teor de estireno ligado pode variar, por exemplo, de cerca de 5 a cerca de 50% em peso. Em um aspecto, a E-SBR pode também conter acrilonitrila para formar uma borracha de terpolímero, como E-SBAR, em quantidades, por exemplo, de cerca de 2 a cerca de 30% em peso de acrilonitrila ligada no terpolímero.

5 Borrachas de estireno/butadieno/acrilonitrila preparadas por polimerização em emulsão contendo cerca de 2 a cerca de 40% em peso de acrilonitrila ligada no copolímero são também contempladas como borrachas à base de dieno para uso nesta invenção.

Uma SBR (S-SBR) preparada por polimerização em solução possui tipicamente um teor de estireno ligado na faixa de cerca de 5 a cerca de 50, preferivelmente cerca de 9 a
10 cerca de 36%. A S-SBR pode ser preparada convenientemente, por exemplo, por catalisação de organo lítio, na presença de um solvente hidrocarboneto orgânico.

Em uma modalidade, a borracha cis 1,4-polibutadieno (BR) pode ser empregada. Tal BR pode ser preparada, por exemplo, por polimerização de solução orgânica de 1,3-butadieno. A BR pode ser caracterizada convenientemente, por exemplo, por possuir, pelo
15 menos um teor de 90% de cis 1,4.

A borracha de cis 1,4-poliisopreno e a borracha natural de cis 1,4-poliisopreno são bem conhecidas dos versados na técnica da borracha.

O termo “phr” conforme usado no presente documento e de acordo com a prática convencional se refere às “partes em peso de um material reativo por 100 partes em peso
20 de borracha ou elastômero”.

A composição de borracha pode também incluir até 70 phr de óleo de processamento. O óleo de processamento pode ser incluído na composição de borracha como óleo de extensão tipicamente usado para estender elastômeros. Óleo de processamento pode também ser incluído na composição de borracha por adição do óleo diretamente durante a
25 compostagem da borracha. O óleo de processamento usado pode incluir ambos o óleo de extensão presente nos elastômeros e óleo de processamento adicionado durante compostagem. Óleos de processamento apropriados incluem vários óleos como são conhecidos na arte, incluindo aromático, parafínico, naftênico, óleos vegetais e óleos com teor de PCA baixo, tais como, MES, TDAE, SRAE e óleos naftênicos pesados. Óleos contendo teor de PCA
30 baixo apropriados incluem aqueles possuindo teor aromático policíclico inferior a 3% em peso, conforme determinado pelo método IP346. Os procedimentos para o método IP346 podem ser encontrados em Standard Methods for Analysis & Testing of Petroleum and Related Products e British Standard 2000 Parts, 2003, 62ª edição, publicado pelo Institute of Petroleum, Reino Unido.

35 A composição de borracha pode incluir cerca de 10 a cerca de 150 phr de sílica. Em outra modalidade, de 20 a 80 phr de sílica podem ser empregados.

Os pigmentos silíceos empregados geralmente, que podem ser usados no compos-

to de borracha incluem pigmentos silíceos pirogênicos e precipitados convencionais (sílica). Em uma modalidade é empregada a sílica precipitada. Os pigmentos silícios convencionais nessa invenção são sílicas precipitadas, tais como, por exemplo, aquelas obtidas de por acidificação de um silicato solúvel, por exemplo, silicato de sódio.

5 Tais sílicas convencionais podem ser caracterizadas, por exemplo, por possuir uma área de superfície BET, conforme medida usando gás nitrogênio. Em uma modalidade, a área de superfície BET pode variar na faixa de cerca de 40 a cerca de 600 metros quadrados por grama. Em outra modalidade, a área de superfície BET pode estar na faixa de cerca de 80 a cerca de 300 metros quadrados por grama. O processo BET de medir a área de
10 superfície é descrito no Journal of the American Chemical Society, volume 60, página 304 (1930).

A sílica convencional pode também ser tipicamente caracterizada por possuir um valor de absorção de ftalato de dibutila (DBP) em uma faixa de cerca de 100 a cerca de 400 e, alternativamente, cerca de 150 a cerca de 300.

15 Espera-se que a sílica convencional possua um tamanho de partícula final, médio, por exemplo, na faixa de 0,01 a 0,05 micron, conforme determinado por microscopia eletrônica, embora as partículas de sílica possam ser mesmo menores, ou possivelmente maiores em tamanho.

Várias sílicas comercialmente disponíveis podem ser usadas, tais como, apenas
20 como exemplo no presente documento e sem limitação, sílicas comercialmente disponíveis na PPG Industries, sob a marca registrada Hi-Sil com designações 210, 243, etc.; sílicas disponíveis na Rhodia, como por exemplo, designações de Z1165MP e Z165GR e sílicas disponíveis na Degussa GmbH com, por exemplo, designações VN2 e VN3 etc.

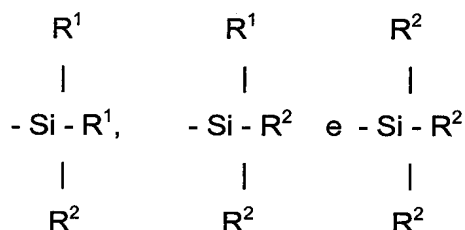
Negros de fumo geralmente empregados podem ser usados como carga conven-
25 cional em uma quantidade variando de 10 a 150 phr. Em outra modalidade, podem ser usados de 20 a 80 phr de negro de fumo. Exemplos representativos de tais negros de fumo incluem N110, N121, N134, N220, N231, N234, N242, N293, N299, N315, N326, N330, N332, N339, N343, N347, N351, N358, N375, N539, N550, N582, N630, N642, N650, N683, N754, N762, N765, N774, N787, N907, N908, N990 e N991. Esses negros de fumo possuem ab-
30 sorções de iodo variando de 9 a 145 g/kg e número DBP variando de 34 a 150 cm³/100 g.

Outras cargas podem ser usadas na composição de borracha incluindo, porém não limitado às cargas específicas incluindo polietileno de peso molecular ultra-alto (UHMWPE), géis de polímero em partículas incluindo, porém não limitados aqueles nas Patentes US números 6.242.534; 6.207.757; 6.133.364; 6.372.857; 5.395.891 ou 6.127.488 e carga com-
35 posta de amido plasticizado, porém não limitada àquela revelada na Patente US número 5.672.639. Tais outras cargas podem ser empregadas em uma quantidade variando de 1 a 30 phr.

Em uma modalidade a composição de borracha pode conter um composto de organossilício contendo enxofre convencional. Exemplos de compostos organossilício contendo enxofre apropriados apresentam a fórmula:

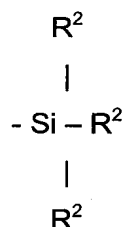


onde Z é selecionado do grupo consistindo em:



- 5 onde R^1 é um grupo alquila de 1 a 4 átomos de carbono, cicloexila ou fenila; R^2 é alcóxi de 1 a 8 átomos de carbono ou cicloalcóxi de 5 a 8 átomos de carbono; Alk é um hidrocarboneto divalente de 1 a 18 átomos de carbono e n é um inteiro de 2 a 8.

- Em uma modalidade, os compostos organossilício contendo enxofre são os polisulfetos de 3,3'-bis(trimetóxi ou trietóxi sililpropil). Em uma modalidade, os compostos de organossilício contendo enxofre são dissulfeto de 3,3'-bis(trietóxi sililpropil) e tetrassulfeto de 3,3'-bis(trietóxi sililpropil). Portanto, como para Fórmula I, Z pode ser:



onde R^2 é um alcóxi de 2 a 4 átomos de carbono, alternativamente 2 átomos de carbono; Alk é um hidrocarboneto divalente de 2 a 4 átomos de carbono, alternativamente com 3 átomos de carbono; e n é um inteiro de 2 a 5, alternativamente 2 ou 4.

- 15 Em outra modalidade, os compostos de organossilício contendo enxofre apropriados incluem compostos revelados na Patente US número 6.608.125. Em uma modalidade, os compostos organossilício contendo enxofre incluem 3-(octanoiltio)-1-propiltriethoxissilano, $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{C}(=\text{O})-\text{S}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Si}(\text{OCH}_2\text{CH}_3)_3$ que está disponível comercialmente como NXT™ na Momentive Performance Materials.

- 20 Em outra modalidade, os compostos organossilício contendo enxofre apropriados incluem aqueles revelados na Publicação de Patente US número 2003/0130535. Em uma modalidade, o composto organossilício contendo enxofre é Si-363 da Degussa.

A quantidade de composto organossilício contendo enxofre em uma composição de borracha variará dependendo do nível de outros aditivos que são usados. De modo geral, a quantidade do composto variará de 0,5 a 20 phr. Em uma modalidade, a quantidade variará de 1 a 10 phr.

5 É prontamente entendido pelos versados na técnica que a composição de borracha pode ser compostada por processos geralmente conhecidos na técnica de compostagem de borracha, tal como mistura de várias borrachas de constituinte vulcanizável de enxofre com vários materiais aditivos usados comumente, tais como, por exemplo, doadores de enxofre, coadjuvantes de cura, tais como, ativadores e retardantes e aditivos de processamento, tais
10 como, óleos, resinas incluindo resinas taquificantes e plastificantes, cargas, pigmentos, ácido graxo, óxido de zinco, ceras, antioxidantes e antiozonantes e agentes peptizadores. Conforme conhecido pelos versados na técnica, dependendo do uso pretendido do material vulcanizado de enxofre e vulcanizado de enxofre (borrachas), os aditivos mencionados acima são selecionados e geralmente usados em quantidades convencionais. Exemplos represen-
15 tativos de doadores de enxofre incluem enxofre elementar (enxofre livre), um dissulfeto de amina, polissulfeto polimérico e adutos de olefina de enxofre. Em uma modalidade, o agente de vulcanização de enxofre é enxofre elementar. O agente de vulcanização de enxofre pode ser usado em uma quantidade variando de 0,5 a 8 phr, alternativamente com uma faixa de 1,5 a 6 phr. Quantidades típicas de resinas taquificantes, quando usadas, compreendem
20 cerca de 0,5 a cerca de 10 phr, geralmente cerca de 1 a cerca de 5 phr. Quantidades típicas de coadjuvantes de processamento compreendem cerca de 1 a cerca de 50 phr. Quantidades típicas de antioxidantes compreendem cerca de 1 a cerca de 5 phr. Antioxidantes representativos podem ser, por exemplo, difenil-p-fenilenodiamina e outros, tais como, por exemplo, aqueles revelados no The Vanderbilt Rubber Handbook (1978), páginas 344-346. Quan-
25 tidades típicas de antiozonantes compreendem cerca de 1 a 5 phr. Quantidades típicas de ácidos graxos, quando usadas, que podem incluir ácido esteárico compreendem cerca de 0,5 a cerca de 3 phr. Quantidades típicas de óxido de zinco compreendem cerca de 2 a cerca de 5 phr. Quantidades típicas de ceras compreendem cerca de 1 a cerca de 5 phr. Frequentemente, ceras microcristalinas são usadas. Quantidades típicas de peptizadores com-
30 preendem cerca de 0,1 a cerca de 1 phr. Peptizadores típicos podem ser, por exemplo, pentaclorotiofenol e dissulfeto de dibenzamidodifenila.

Os aceleradores são usados para controlar o tempo e/ou temperatura necessários para vulcanização e para aperfeiçoar as propriedades do vulcanizado. Em uma modalidade, um sistema acelerador simples pode ser usado; isto é, acelerador primário. O(s) accelera-
35 dor(es) primário(s) pode(m) ser usado(s) em quantidades totais variando de cerca de 0,5 a cerca de 4, preferivelmente cerca de 0,8 a cerca de 1,5 phr. Em outra modalidade, as combinações de um acelerador primário e secundário podem ser usadas com um acelerador

secundário sendo usado em quantidades menores, tais como de cerca de 0,05 a cerca de 3 phr, a fim de ativar e aperfeiçoar as propriedades do vulcanizado. As combinações destes aceleradores podem produzir um efeito sinérgico nas propriedades finais e são algo melhores que os produzidos por emprego de cada acelerador sozinho. Além disto, aceleradores de ação retardada podem ser usados, os quais não são afetados por temperaturas de processamento normais, porém produzem uma cura satisfatória nas temperaturas de vulcanização comuns. Os retardantes de vulcanização podem também ser usados. Os tipos apropriados de aceleradores que podem ser usados na presente invenção são aminas, disulfetos, guanidinas, tiouréias, tiazóis, tiuramas, sulfenamidas, ditiocarbamatos e xantatos.

Em uma modalidade, o acelerador primário é uma sulfenamida. Se um segundo acelerador for usado, o acelerador secundário é preferivelmente um composto guanidina, ditiocarbamato ou tiurama.

A mistura da composição de borracha pode ser realizada por processos conhecidos dos versados na técnica de mistura de borracha. Por exemplo, os ingredientes são tipicamente misturados em pelo menos dois estágios; a saber, pelo menos um estágio não produtivo seguido de um estágio de mistura produtivo. Os curativos finais incluindo agentes de vulcanização de enxofre são tipicamente misturados no estágio final que é convencionalmente denominado de estágio de mistura "produtivo", no qual a mistura ocorre tipicamente em uma temperatura, ou temperatura final, inferior a(s) temperatura(s) de mistura em relação ao(s) estágio(s) de mistura não produtivo(s) precedente(s). Os termos estágios de mistura "não produtivo" e "produtivo" são bem conhecidos dos versados na técnica de mistura de borracha. A composição de borracha pode ser submetida a uma etapa de mistura termomecânica. A etapa de mistura termomecânica geralmente compreende um trabalho mecânico em um misturador ou extrusor por um período de tempo apropriado, a fim de produzir uma temperatura de borracha entre 140°C e 190°C. A duração apropriada do trabalho termomecânico varia como uma função das condições operacionais e do volume e natureza dos componentes. Por exemplo, o trabalho termodinâmico pode ser de 1 a 20 minutos.

O pneumático da presente invenção pode ser um pneumático para carros de corrida, pneumático para carro de passageiros, pneumático para aeronaves, para agricultura, terraplanagem, para veículos que trafegam fora de estrada, pneumático para caminhões e semelhantes. Em uma modalidade, o pneumático se destina ao uso em um veículo de passageiros ou caminhão. O pneumático pode também ser radial ou oblíquo.

A vulcanização do pneumático da presente invenção é geralmente realizada em temperaturas convencionais variando de cerca de 100 a 200°C. Em uma modalidade, a vulcanização é conduzida em temperaturas variando de 110°C a 180°C. Qualquer processo de vulcanização comum pode ser empregado, tal como, aquecimento em uma prensa ou molde, aquecimento com vapor superaquecido ou ar quente. Tais pneumáticos podem ser cons-

truídos, conformados, moldados, curados por vários métodos que são conhecidos e ficarão prontamente claros aos versados na técnica.

A invenção é adicionalmente ilustrada pelo exemplo não limitante que se segue.

Exemplo

5 Neste exemplo, é ilustrada a orientação das fibras curtas no composto de banda de rodagem de um pneumático. O efeito inesperado de um surpreendente aumento de potência nas curvas é ilustrado em um pneumático com fibra curta orientada lateralmente quando comparado a um pneumático orientado circunferencialmente ou pneumáticos orientados aleatoriamente.

10 De outra forma, pneumáticos idênticos (205/55R16) foram construídos com três orientações de fibra curta diferentes na banda de rodagem. O pneumático A era um pneumático de controle com fibras distribuídas aleatoriamente no composto da banda de rodagem. O pneumático B era um pneumático comparativo com fibras orientadas substancialmente em paralelo com relação à direção de circunferência do pneumático. O pneumático C era representativo da presente invenção e apresentava fibras orientadas substancialmente na perpendicular com relação à direção de circunferência do pneumático e substancialmente paralelas à direção axial (lateral) do pneumático.

15 O composto de banda de rodagem para todos os três pneumáticos foi misturado incluindo 7 phr de fibras de aramida (polpa Kevlar® em um composto de 30 phr de polibutadieno, 23,5 phr de borracha natural e 46,5 phr de borracha de estireno-butadieno. Os procedimentos de mistura de borracha que se seguem são os conhecidos na técnica, com um procedimento de mistura de múltiplas etapas incluindo etapas de mistura não produtiva e produtiva. Quantidades padrão de curativos, adjuvantes de processamento, antidegradantes e cargas também foram empregadas.

25 Para o pneumático de controle A, o composto da banda de rodagem foi extrusado para formar um material de banda de rodagem. O material de banda de rodagem extrusado com fibras orientadas aleatoriamente foi então usado para construir o pneumático A.

30 Para os pneumáticos B e C, o composto de banda de rodagem foi calandrado para uma espessura de 1,63 mm com uma pequena fenda de fresa para aumentar o alinhamento da fibra no composto. A folha calandrada foi então cortada em seções apropriadamente dimensionadas e as seções empilhadas quatro alturas para construir cada pneumático. Para o pneumático B, cada folha calandrada foi orientada com a direção de fresa paralela à direção de circunferência do pneumático. Para o pneumático C, cada folha calandrada foi orientada com a direção de fresa paralela à direção axial do pneumático (isto é, perpendicular à direção de circunferência do pneumático). As folhas calandradas e empilhadas foram então empregadas para construir os pneumáticos B e C. Todos os pneumáticos foram curados em um molde de pneumático seguindo-se o protocolo de cura padrão.

A inspeção microscópica das seções microtomizadas de amostras de banda de rodagem curada de cada pneumático confirmou a orientação das fibras no pneumático B como sendo substancialmente paralela à direção do pneumático B e no pneumático C substancialmente paralela à direção axial do pneumático C e uma falta de orientação definitiva das fibras no pneumático A.

Os pneumáticos foram testados quando a potência nas curvas em velocidades de 7 km/h e 50 km/h em uma força dinâmica MTS Flat-Trac® e máquina de teste de momento. Os resultados são fornecidos na Tabela 1.

Tabela 1

205/55R16 inflado a 270 kPa com largura do aro de 17,78 cm.

Velocidade do Pneumático = 7 km/h				Velocidade do Pneumático = 50 km/h		
Potência nas curvas, N/grau				Potência nas curvas, N/grau		
Carga, N	Pneumático A	Pneumático B	Pneumático C	Pneumático A	Pneumático B	Pneumático C
1448	595	597	648	553	550	575
2172	889	891	970	825	827	853
4827	1.728	1.733	1.844	1.535	1.540	1.598
6420	1.830	1.836	1.952	1.579	1.579	1.669
8013	1.767	1.775	1.883	1.466	1.466	1.563
Carga, N	% de aumento versus controle			% de aumento versus controle		
1448	-	0,3	8,9	-	-0,5	4,0
2172	-	0,2	9,1	-	0,2	3,4
4827	-	0,3	6,7	-	0,3	4,1
6420	-	0,3	6,7	-	0,0	5,7
8013	-	0,5	6,6	-	0,0	6,6

Conforme visto na Tabela 1, o Pneumático C com fibras curtas orientadas substancialmente na direção axial do pneumático (lateral) da banda de rodagem mostrou uma potência nas curvas inesperadamente maior quando comparado ao pneumático B com fibras curtas orientadas substancialmente em paralelo à direção de circunferência da direção do pneumático da banda de rodagem. Significativamente, em uma velocidade de pneumático de 7 km/h o pneumático C mostrou um aumento de 6,6 a 9,1% na potência nas curvas versus o controle, quando comparado com um aumento de 0,2 a 0,5% para o pneumático B. De modo semelhante, a uma velocidade do pneumático de 50 kg/h o pneumático C mostrou 3,4 a 6,6% de aumento na potência das curvas versus o controle, quando comparado a altera-

ção de -0,5 a 0,3% para o pneumático B.

- Em uma concretização, então, o pneumático possui uma potência nas curvas superior a de outro pneumático idêntico com fibras curtas orientadas aleatoriamente. Em uma concretização, então, o pneumático possui uma potência nas curvas pelo menos cinco vezes superior a de um pneumático de outra forma idêntico com as fibras curtas orientadas aleatoriamente.
- 5

REIVINDICAÇÕES

1. Pneumático, **CARACTERIZADO** por uma banda de rodagem, a banda de rodagem compreendendo uma composição de borracha que contata o solo compreendendo um elastômero à base de dieno e fibras curtas, onde as fibras curtas se estendem no comprimento em uma direção substancialmente axial do pneumático.

2. Pneumático de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a composição de borracha é orientada com sua direção de fresa paralela à direção axial do pneumático.

3. Pneumático de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que as fibras curtas possuem um comprimento de extensão, onde o comprimento de extensão forma um ângulo θ com uma linha desenhada paralela à direção axial do pneumático, onde 90% das fibras θ são inferiores ou iguais a 30 graus.

4. Pneumático de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que as fibras curtas possuem um comprimento de extensão, onde o comprimento de extensão forma um ângulo θ com uma linha desenhada paralela à direção axial do pneumático, onde 90% das fibras θ são inferiores ou iguais a 30 graus.

5. Pneumático de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que as fibras curtas são selecionadas do grupo consistindo em fibras de poliaramida, fibras de poliéster, fibras de poliamida, fibras de policetona, fibras de polibisoxazol, fibras de raion e fibras metálicas.

6. Pneumático de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que as fibras curtas são fibras de poliaramida.

7. Pneumático de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que as fibras são fibras de poliaramida fibriladas.

8. Pneumático de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a banda de rodagem compreende primeira e segunda zonas de circunferência, onde a primeira e segunda zonas de circunferência compreendem diferentes composições de borracha, onde a segunda zona de circunferência está disposta próximo a um ressalto, onde as fibras curtas estão dispostas na segunda zona de circunferência.

9. Pneumático de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que a banda de rodagem compreende uma zona de circunferência e pelo menos uma zona de circunferência externa disposta axial e distalmente da zona central e próxima a um ressalto, onde a zona central e a zona externa compreendem diferentes composições de borracha, onde as fibras curtas são dispostas na zona externa.

10. Pneumático de acordo com a reivindicação 1, **CARACTERIZADO** pelo fato de que as fibras curtas possuem um comprimento variando de 0,1 a 10 mm.

11. Pneumático de acordo com a reivindicação 1, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que as fibras curtas possuem uma espessura variando de 1 a 20 micra.

12. Pneumático de acordo com a reivindicação 1, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que as fibras curtas estão presentes na composição de borracha em uma quantidade vari-
5 ando de 0,5 a 30 phr.

13. Pneumático de acordo com a reivindicação 1, **CHARACTERIZADO** pelo fato de que o pneumático apresenta uma potência nas curvas superior a um pneumático de outra forma idêntico com as fibras curtas orientadas aleatoriamente.

14. Pneumático de acordo com a reivindicação 1, **CHARACTERIZADO** pelo fato de
10 que o pneumático apresenta uma potência nas curvas pelo menos cinco por cento maior que um pneumático de outra forma idêntico com fibras curtas orientadas aleatoriamente.

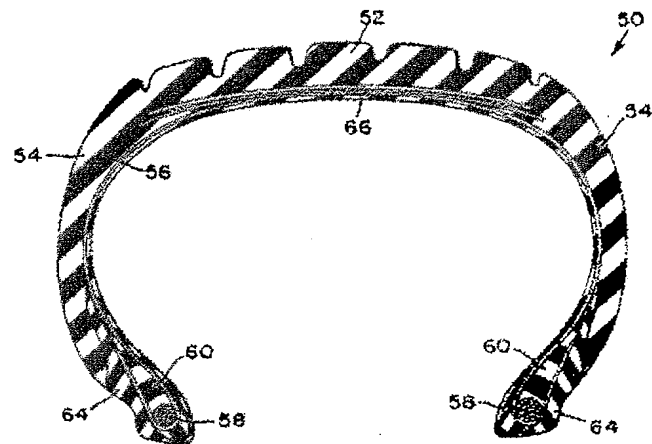


FIG. - 1

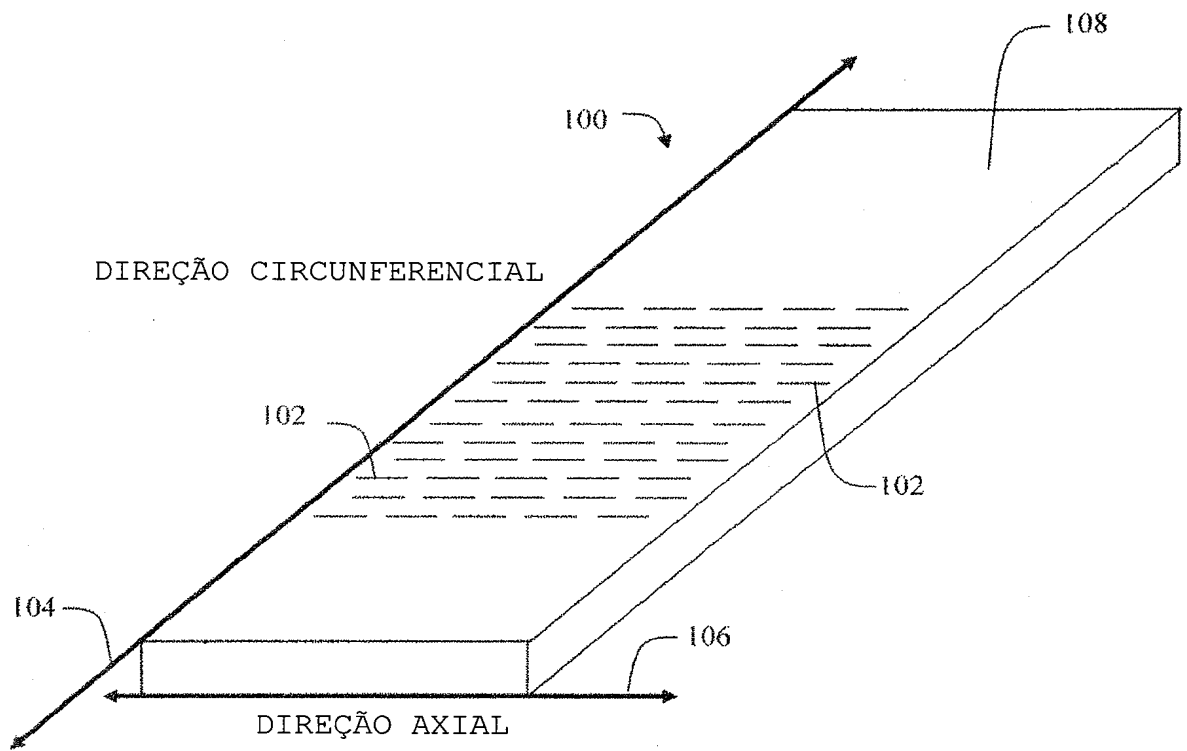


FIG. - 2

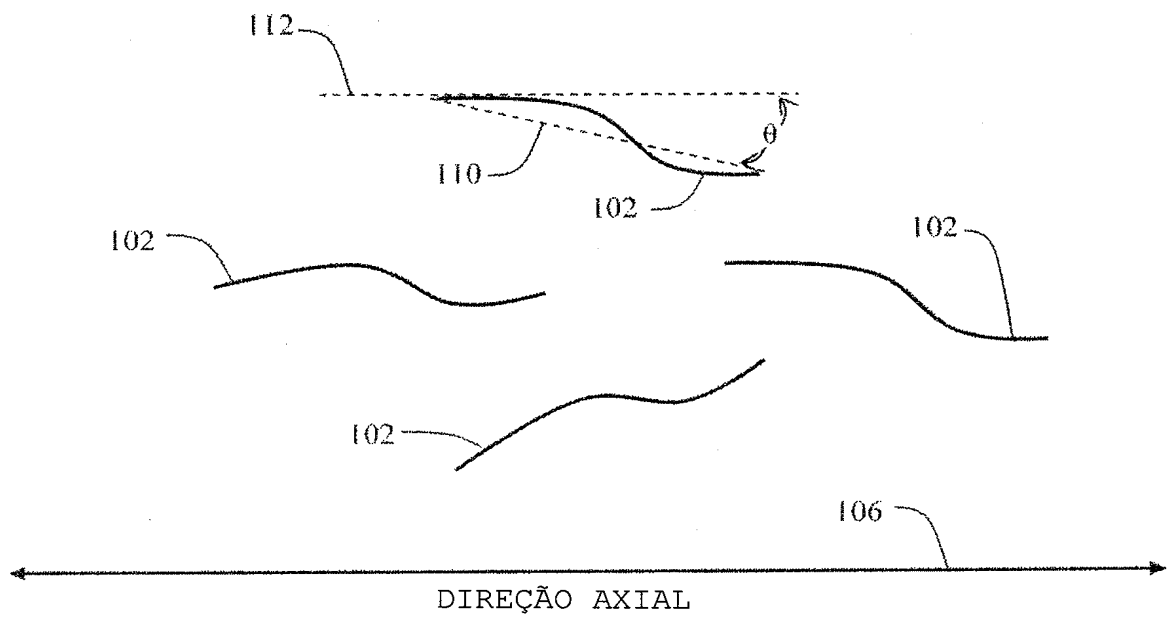


FIG. - 3

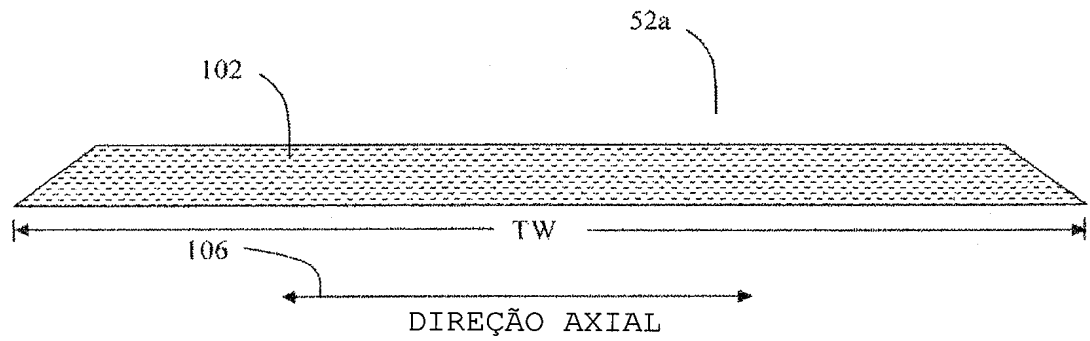


FIG. - 4A

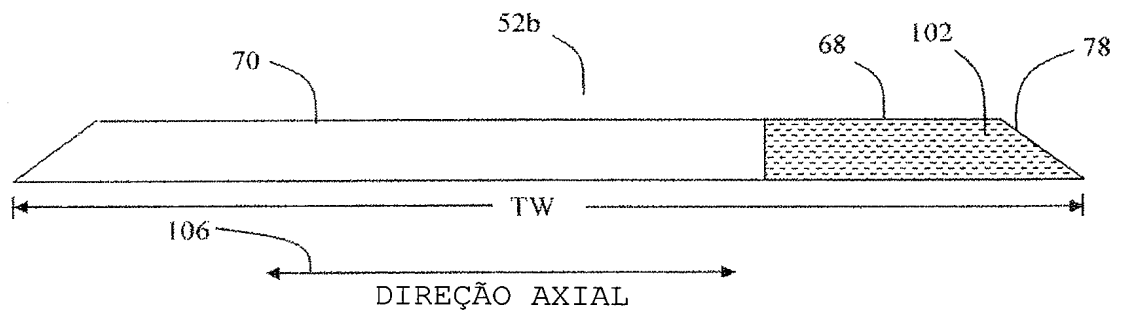


FIG. - 4B

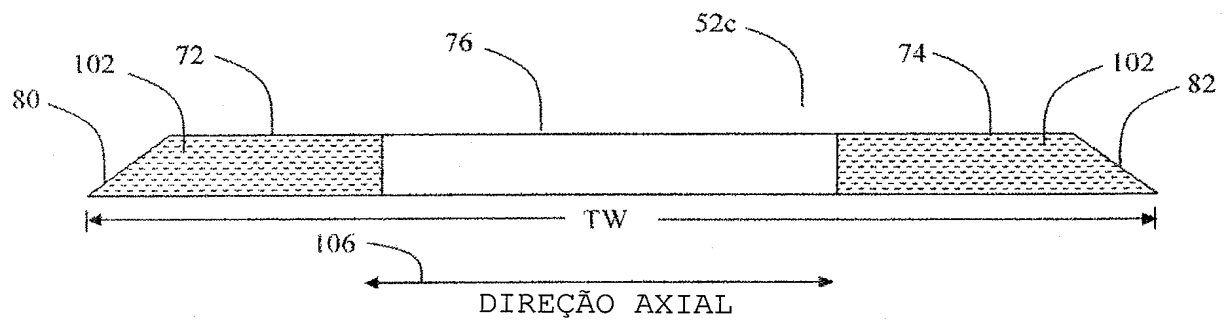


FIG. - 4C

RESUMO

"PNEUMÁTICO APRESENTANDO BANDA DE RODAGEM ANISOTRÓPICA"

A presente invenção se refere a um pneumático consistindo em uma banda de rodagem, a banda de rodagem compreendendo uma composição de borracha que contata o
5 solo consistindo em um elastômero à base de dieno e fibras curtas, onde as fibras curtas se estendem pelo comprimento em uma direção substancialmente axial do pneumático.