



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

(11) BR 112016024229-7 B1



(22) Data do Depósito: 17/04/2015

(45) Data de Concessão: 26/01/2021

(54) Título: BANDA DE RODAGEM DE PNEUMÁTICO PARA VEÍCULO DE USO AGRÍCOLA

(51) Int.Cl.: B60C 11/00; B60C 11/03.

(30) Prioridade Unionista: 18/04/2014 FR 1453524.

(73) Titular(es): COMPAGNIE GENERALE DES ETABLISSEMENTS MICHELIN.

(72) Inventor(es): PATRICK VERVAET; DANIEL REY; GAUTIER LALANCE; JEAN-LUC MANGERET.

(86) Pedido PCT: PCT EP2015058343 de 17/04/2015

(87) Publicação PCT: WO 2015/158871 de 22/10/2015

(85) Data do Início da Fase Nacional: 17/10/2016

(57) Resumo: BANDA DE RODAGEM DE PNEUMÁTICO PARA VEÍCULO DE USO AGRÍCOLA A presente invenção se refere a um pneumático para veículo de uso agrícola, e, mais especialmente, a sua banda de rodagem e visa melhorar o compromisso entre a resistência ao desgaste, no centro da banda de rodagem, em uso de estrada, e a resistência às agressões mecânicas, nos ombros da banda de rodagem, em uso no campo; de acordo com a invenção, a banda de rodagem (2) compreende uma primeira porção mediana (21) que tem uma largura axial L1, pelo menos igual a 0.25 vez e no máximo igual a 0.75 vez a largura axial L, e segundas e terceiras porções laterais (22, 23), que se estendem respectivamente axialmente para o exterior, a partir da primeira porção mediana (21) até uma extremidade axial (E, E?), e que têm larguras axiais respectivas (L2, L3); cada porção de pequena barra (311), axialmente compreendida na primeira porção mediana (21) e que se estende radialmente para o interior, a partir da face de contato (6) até uma primeira interface (7), em uma distância radial D1 pelo menos igual a 0.5 vez e no máximo igual a 1 vez a altura radial H de pequena barra, é constituída por uma primeira mistura elastomérica; cada porção de pequena barra (...).

BANDA DE RODAGEM DE PNEUMÁTICO PARA VEÍCULO DE USO AGRÍCOLA

[001] A presente invenção se refere a um pneumático para veículo de uso agrícola, tal como um trator agrícola ou um veículo agroindustrial.

[002] Ela se refere mais especialmente à banda de rodagem de um tal pneumático, destinada a entrar em contato com um solo por intermédio de uma superfície de rodagem.

[003] No que se segue, as direções circunferencial, axial e radial designam respectivamente uma direção tangente à superfície de rodagem do pneumático e orientada de acordo com o sentido de rotação do pneumático, uma direção paralela ao eixo de rotação do pneumático e uma direção perpendicular ao eixo de rotação do pneumático. Por “radialmente interior, respectivamente radialmente exterior”, é entendido “mais próximo, respectivamente mais afastado do eixo de rotação do pneumático”. Por “axialmente interior, respectivamente axialmente exterior”, é entendido “mais próximo, respectivamente mais afastado do plano equatorial do pneumático”, o plano equatorial do pneumático sendo o plano que passa pelo meio da superfície de rodagem do pneumático e que é perpendicular ao eixo de rotação do pneumático.

[004] Um pneumático para trator agrícola é destinado a rodar sobre diversos tipos de solos tais como a terra mais ou menos compacta dos campos, os caminhos não asfaltados de acesso aos campos e as superfícies asfaltadas das estradas. Considerando a diversidade da utilização, no campo e na estrada, um pneumático para trator agrícola, e em especial sua banda de rodagem, deve apresentar um compromisso de desempenhos entre a tração no campo, a resistência aos rasgamentos, a resistência ao desgaste em estrada, a resistência à rodagem, o conforto vibratório em estrada.

[005] A banda de rodagem de um pneumático para trator agrícola compreende geralmente uma pluralidade de pequenas barras. As pequenas barras são elementos em relevo em relação a uma superfície de revolução em torno do eixo de rotação do pneumático, chamada de superfície de fundo.

[006] Uma pequena barra tem geralmente uma forma globalmente paralelepípedica alongada, constituída por pelo menos uma porção retilínea ou

curvilínea, e é separada das pequenas barras adjacentes por sulcos. Uma pequena barra pode ser constituída por uma sucessão de porções retilíneas, tal como descrita nos documentos US3603370, US4383567, EP795427 ou ter uma forma curvilínea, tal como apresentada nos documentos US4446902, EP903249, EP1831034.

[007] De acordo com a direção radial, uma pequena barra se estende a partir da superfície de fundo até a superfície de rodagem, a distância radial entre a superfície de fundo e a superfície de rodagem definindo a altura da pequena barra. A face radialmente exterior da pequena barra, que pertence à superfície de rodagem, que entra em contato com o solo, por ocasião da passagem da pequena barra na área de contato do pneumático, é chamada de face de contato da pequena barra.

[008] De acordo com a direção axial, uma pequena barra se estende para o interior, na direção do plano equatorial do pneumático, a partir de uma face de extremidade axialmente exterior até uma face de extremidade axialmente interior.

[009] De acordo com a direção circunferencial, uma pequena barra se estende, de acordo com um sentido de rotação preferencial do pneumático, a partir de uma face de ataque até uma face de fuga. Por sentido de rotação preferencial, é entendido o sentido de rotação preconizado pelo fabricante do pneumático para uma utilização ótima do pneumático. A título de exemplo, no caso de uma banda de rodagem que compreende duas fileiras de pequenas barras em V ou em galões, o pneumático tem um sentido de rotação preferencial de acordo com a ponta dos galões. A face de ataque é, por definição, a face da qual a aresta radialmente exterior ou aresta de ataque é a primeira a entrar em contato com o solo, por ocasião da passagem da pequena barra na superfície de contato do pneumático com o solo, no decorrer da rotação do pneumático. A face de fuga é, por definição, a face da qual a aresta radialmente exterior ou aresta de fuga é a última a entrar em contato com o solo, por ocasião da passagem da pequena barra na superfície de contato do pneumático com o solo, no decorrer da rotação do pneumático. De acordo com o sentido de rotação, a face de ataque é dita para a frente em relação à face de fuga.

[0010] Uma pequena barra tem usualmente, mas não obrigatoriamente, um ângulo de inclinação médio, em relação à direção circunferencial próximo de 45°. De fato, esse ângulo de inclinação médio permite em especial um bom compromisso entre a

tração no campo e o conforto vibratório. A tração no campo é ainda melhor quanto mais axial for a pequena barra, quer dizer que seu ângulo de inclinação médio, em relação à direção circunferencial, é próximo de 90° , enquanto que o conforto vibratório é ainda melhor quanto mais circunferencial for a pequena barra, quer dizer que seu ângulo de inclinação médio, em relação à direção circunferencial, é próximo de 0° . É notório que a tração no campo é mais fortemente determinada pelo ângulo da pequena barra ao nível do ombro, o que levou certos projetistas de pneumáticos a propor uma forma de pequena barra bastante recurvada, que leva a uma pequena barra substancialmente axial no ombro e substancialmente circunferencial no meio da banda de rodagem.

[0011] A banda de rodagem de um pneumático para trator agrícola compreende geralmente duas fileiras de pequenas barras tais como precedentemente descritas. Essa distribuição de pequenas barras inclinadas em relação à direção circunferencial confere à banda de rodagem uma forma em V correntemente denominada motivo em galões. As duas fileiras de pequenas barras apresentam uma simetria em relação ao plano equatorial do pneumático, com na maior parte das vezes uma decalagem circunferencial entre as duas fileiras de pequenas barras, que resulta de uma rotação em torno do eixo do pneumático de uma metade da banda de rodagem em relação à outra metade da banda de rodagem. Por outro lado, as pequenas barras podem ser contínuas ou descontínuas, e distribuídas circunferencialmente com um passo constante ou variável.

[0012] Uma tendência atualmente grande na definição dos equipamentos agrícolas de tipo trator é a de integrar no funcionamento desses equipamentos um sistema dinâmico de gestão da pressão interna dos pneumáticos. De fato, os equipamentos agrícolas de tipo trator trabalham em geral de acordo com dois modos de funcionamento distintos: um trabalho em solo agrícola geralmente móvel e um transporte em estrada ou caminho em solo duro.

[0013] No caso de um trabalho em solo agrícola, é importante inflar os envoltórios com a pressão mais baixa possível compatível com a resistência do pneumático. De fato, é conhecido que quanto mais elevada for a pressão interna do pneumático, maior será o aluimento dos solos na passagem do trator: o que prejudicará o

rendimento agronômico das culturas ulteriores. Além disso, a resistência ao deslocamento do veículo será ainda menor quanto menor for a pressão do pneumático devido à diminuição da formação de rodeira.

[0014] No caso do transporte em estrada ou caminho em solo duro, que tem como função ou veicular o trator para a zona de trabalho, ou transportar os produtos que entram ou que saem da exploração agrícola, uma baixa pressão é prejudicial, tanto do ponto de vista do comportamento de estrada quanto da resistência à rodagem.

[0015] Em um modo de funcionamento com pressão regulada no decorrer do uso, alternar-se-á, portanto, um funcionamento no campo, com baixa pressão, e na estrada, com alta pressão. É conhecido que com alta pressão, a área de contato do pneumático com o solo é mais estreita e a carga é retomada essencialmente pelo centro da banda de rodagem enquanto que com baixa pressão, a área de contato do pneumático com o solo é larga e a carga é retomada essencialmente pelas bordas da banda de rodagem ou ombro. Alterna-se, portanto:

- um uso de estrada com alta pressão que solicita o centro da banda de rodagem sobre um solo de tipo rodoviário pouco agressivo, para o qual o desempenho essencial esperado da goma em contato com o solo é a resistência ao desgaste,

- um uso no campo com baixa pressão que solicita o exterior da banda de rodagem sobre um solo de tipo móvel potencialmente agressivo, em razão da presença de seixos ou de rochas, para o qual o desempenho essencial esperado da goma em contato com o solo é a resistência à agressão mecânica.

[0016] Os inventores se deram como objetivo melhorar o compromisso entre a resistência ao desgaste, no centro da banda de rodagem, em uso de estrada, e a resistência às agressões mecânicas, nos ombros da banda de rodagem, em uso no campo.

[0017] Esse objetivo foi atingido de acordo com a invenção por um pneumático para veículo de uso agrícola que compreende:

- uma banda de rodagem, destinada a entrar em contato com um solo, e que tem uma largura axial L medida entre duas extremidades axiais,

- a banda de rodagem compreendendo pequenas barras separadas umas das outras por sulcos,

- cada pequena barra se estendendo radialmente para o exterior, em uma altura radial H , a partir de uma superfície de fundo até uma face de contato,

- os sulcos sendo constituídos por porções da superfície de fundo que separam as pequenas barras,

- a banda de rodagem compreendendo uma primeira porção mediana que tem uma largura axial L_1 , pelo menos igual a 0.25 vez e no máximo igual a 0.75 vez a largura axial L , e segundas e terceiras porções laterais, que se estendem respectivamente axialmente para o exterior, a partir da primeira porção mediana até uma extremidade axial, e que têm larguras axiais respectivas (L_2 , L_3),

- cada porção de pequena barra, axialmente compreendida na primeira porção mediana e que se estende radialmente para o interior, a partir da face de contato até uma primeira interface, em uma distância radial D_1 pelo menos igual a 0.5 vez e no máximo igual a 1 vez a altura radial H de pequena barra, sendo constituída por uma primeira mistura elastomérica,

- e cada porção de pequena barra, axialmente compreendida em uma das segunda ou terceira porções laterais e que se estende radialmente para o interior, a partir da face de contato até uma segunda interface, em uma distância radial D_2 pelo menos igual a 0.5 vez e no máximo igual a 1 vez a altura radial H de pequena barra, sendo constituída por uma segunda mistura elastomérica.

[0018] A invenção visa obter uma diferenciação dos desempenhos da banda de rodagem entre uma primeira porção mediana constituída pelo menos em parte por uma primeira mistura elastomérica e destinada a resistir ao desgaste em uso de estrada, e segundas e terceiras porções laterais, constituídas pelo menos em parte por uma segunda mistura elastomérica e destinadas a resistir às agressões em uso no campo. Conseqüentemente, a primeira e a segunda misturas elastoméricas são essencialmente diferentes.

[0019] A primeira porção mediana é uma porção de banda de rodagem que se estende axialmente de um lado e de outro do plano equatorial do pneumático, e, na maior parte das vezes, mas não exclusivamente, simétrica em relação ao plano

equatorial do pneumático. As segunda e terceira porções laterais são as porções de banda de rodagem que se estendem axialmente de um lado e de outro da primeira porção mediana, a partir da primeira porção mediana até uma extremidade axial da banda de rodagem.

[0020] De acordo com a invenção, a banda de rodagem sendo definida geometricamente por sua largura axial l , que é a distância axial que separa suas duas extremidades axiais, a primeira porção mediana tem uma largura axial L_1 pelo menos igual a 0.25 vez e no máximo igual a 0.75 vez a largura axial total L da banda de rodagem. No caso mais frequente de uma primeira porção mediana simétrica em relação ao plano equatorial do pneumático, as larguras axiais respectivas L_2 e L_3 das segunda e terceira porções laterais são iguais entre si e são pelo menos iguais a 0.125 vez e no máximo iguais a 0.375 vez a largura axial total L da banda de rodagem.

[0021] Ainda de acordo com a invenção, cada porção de pequena barra, axialmente compreendida na primeira porção mediana e que se estende radialmente para o interior, a partir da face de contato até uma primeira interface, em uma distância radial D_1 pelo menos igual a 0.5 vez e no máximo igual a 1 vez a altura radial H de pequena barra, é constituída por uma primeira mistura elastomérica. A altura radial H de pequena barra é medida no pneumático novo, quer dizer não utilizado. A primeira mistura elastomérica se estende radialmente na distância radial D_1 precedentemente definida e axialmente a partir de uma primeira extremidade axial da porção mediana até uma segunda extremidade axial da porção mediana.

[0022] A primeira porção mediana sendo a porção de banda de rodagem principalmente submetida ao desgaste, em uso de estrada, todas as porções de pequenas bandas, axialmente posicionadas nessa primeira porção mediana, são vantajosamente constituídas por uma primeira mistura elastomérica que resiste ao desgaste. Por outro lado, os inventores mostraram que, de acordo com a direção radial, uma porção de pequena barra, da qual a altura radial é compreendida entre 0.5 e 1 vez a altura radial H de pequena barra, quer dizer que representa 50 % a 100 % da altura radial H de pequena barra, a partir da face de contato, e que é constituída

por uma tal primeira mistura elastomérica, traz uma contribuição significativa para o desempenho em desgaste, em uso de estrada.

[0023] Também de acordo com a invenção, cada porção de pequena barra, axialmente compreendida em uma das segunda ou terceira porções laterais e que se estende radialmente para o interior, a partir da face de contato até uma segunda, em uma distância radial D_2 pelo menos igual a 0.5 vez e no máximo igual a 1 vez a altura radial H de pequena barra, é constituída por uma segunda mistura elastomérica. A altura radial H de pequena barra é medida no pneumático novo, quer dizer não utilizado. A segunda mistura elastomérica se estende radialmente na distância radial D_2 precedentemente definida e axialmente a partir de uma primeira extremidade axial de cada porção lateral até uma segunda extremidade axial da dita porção lateral.

[0024] As segunda e terceira porções laterais sendo as porções de banda de rodagem principalmente submetidas às agressões, em uso no campo, todas as porções de pequenas bandas axialmente posicionadas em uma das segunda ou terceira porções laterais, são vantajosamente constituídas por uma segunda mistura elastomérica que resiste às agressões. Por outro lado, os inventores mostraram que, de acordo com a direção radial, uma porção de pequena barra, da qual a altura radial é compreendida entre 0.5 vez e 1 vez a altura radial H de pequena barra, quer dizer que representa 50 % a 100 % da altura radial H de pequena barra, a partir da face de contato, e que é constituída por uma tal segunda mistura elastomérica, traz uma contribuição significativa para a resistência às agressões, em uso no campo.

[0025] Deve ser notado que a altura radial de uma porção de pequena barra, axialmente posicionada em uma das segunda ou terceira porções laterais e que é constituída pela segunda mistura elastomérica, não é necessariamente igual à altura radial de uma porção de pequena barra, axialmente posicionada na primeira porção mediana lateral e constituída pela primeira mistura elastomérica.

[0026] De acordo com um primeiro modo de realização vantajoso, cada porção de pequena barra, axialmente compreendida na primeira porção mediana e que se estende radialmente para o interior, a partir da primeira interface até uma terceira

interface, posicionada radialmente no interior à superfície de fundo a uma distância radial D_3 pelo menos igual a 3 mm, é constituída pela primeira mistura elastomérica.

[0027] Em outros termos, a primeira mistura elastomérica se estende radialmente para o interior, a partir da face de contato de qualquer porção de pequena barra axialmente posicionada na primeira porção mediana, não somente em toda a altura radial H de pequena barra, mas também em uma porção de pneumático que se estende radialmente para o interior, a partir da superfície de fundo até uma terceira interface posicionada radialmente no interior da superfície de fundo a uma distância D_3 pelo menos igual a 3 mm. A porção de pneumático compreendida entre a superfície de fundo e a terceira interface é usualmente chamada de subvazado. Seu papel é o de proteger a armadura de topo do pneumático radialmente interior à banda de rodagem em relação às agressões mecânicas e físico-químicas. A distância radial entre a superfície de fundo e a terceira interface define a espessura do subvazado, que é uma característica importante em relação à proteção da armadura de topo do pneumático. Uma espessura de subvazado mínima garante a resistência ao desgaste na primeira porção mediana até o desgaste completo das pequenas barras, e mesmo para além desse desgaste, quer dizer quando o subvazado está ele próprio parcialmente gasto.

[0028] De acordo com um segundo modo de realização vantajoso, cada porção de pequena barra, axialmente compreendida em uma das segunda ou terceira porções laterais e que se estende radialmente para o interior, a partir da segunda interface até uma terceira interface, posicionada radialmente no interior à superfície de fundo (5) a uma distância radial D_3 pelo menos igual a 3 mm, é constituída pela segunda mistura elastomérica.

[0029] Em outros termos, a segunda mistura elastomérica se estende radialmente para o interior, a partir da face de contato de qualquer porção de pequena barra, axialmente posicionada em uma das segunda ou terceira porções laterais, não somente em toda a altura radial H de pequena barra, mas também no subvazado de pneumático que se estende radialmente para o interior, a partir da superfície de fundo até uma terceira interface posicionada radialmente no interior da superfície de fundo a uma distância D_3 pelo menos igual a 3 mm. Uma espessura de subvazado mínima

garante a resistência às agressões nas segunda e terceira porções laterais até o desgaste completo das pequenas barras, e mesmo para além desse desgaste, quer dizer quando subvazado está ele próprio parcialmente gasto.

[0030] Vantajosamente, a distância radial D_3 entre a superfície de fundo e a segunda interface é no máximo igual a 15 mm. Em outros termos, a espessura do subvazado tem um limite superior igual a 15 mm, que corresponde à espessura máxima para além da qual o nível térmico no topo se torna grande demais. Esse limite superior garante assim uma resistência satisfatória do topo em relação ao nível térmico.

[0031] Na maior parte das vezes, a distância radial D_1 , entre a face de contato e a primeira interface, e a distância radial D_2 , entre a face de contato e a segunda interface, são iguais. Em outros termos, a altura radial de uma porção de pequena barra, axialmente posicionada na primeira porção mediana lateral e que é constituída pela primeira mistura elastomérica é igual à altura radial de uma porção de pequena barra, axialmente posicionada em uma das segunda ou terceira porções laterais e que é constituída pela segunda mistura elastomérica.

[0032] Também vantajosamente, a primeira mistura elastomérica tendo um módulo complexo de cisalhamento dinâmico G_1^* a 50 % de deformação e a 60°C, o módulo complexo de cisalhamento dinâmico G_1^* da primeira mistura elastomérica é pelo menos igual a 1.4 MPa e, de preferência, no máximo igual a 2 MPa. Um módulo complexo de cisalhamento dinâmico G_1^* a 50 % de deformação e a 60°C, compreendido em um tal intervalo de valores, confere à primeira mistura elastomérica propriedades de coesão favoráveis para limitar o desgaste em uso de estrada.

[0033] Ainda vantajosamente, a primeira mistura elastomérica tendo um fator de perda $\tan(\delta_1)$ a 60°C, o fator de perda $\tan(\delta_1)$ da primeira mistura elastomérica é pelo menos igual a 0.22 e no máximo igual a 0.30. Um fator de perda (δ_1) , compreendido em um tal intervalo de valores, permite limitar a dissipação de energia e, portanto, o nível térmico.

[0034] De modo geral, o módulo complexo G^* e o fator de perda $\tan(\delta)$ de uma mistura elastomérica são propriedades ditas dinâmicas. Eles são medidos em um

analisador de viscosidade, conhecido sob o nome “Metravib VA4000”, de acordo com a norma ASTM D 5992-96. É registrada a resposta de uma amostra da mistura elastomérica vulcanizada, sob a forma de um corpo de prova cilíndrico de 4 mm de espessura e de 400 mm² de seção, submetido a uma solicitação sinusoidal em cisalhamento simples alternado, na frequência de 10 Hz, a uma temperatura dada, por exemplo de 60°C. É efetuada uma varredura em amplitude de deformação de 0,1 % a 50 %, de acordo com um ciclo de ida, e de pois de 50 % a 1 %, de acordo com um ciclo de volta. Os resultados explorados são em especial o módulo complexo de cisalhamento dinâmico G^* e o fator de perda $\tan(\delta)$. Para o ciclo de volta, é indicado o valor máximo de $\tan(\delta)$ observado, anotado $\tan(\delta)_{\max}$.

[0035] Do ponto de vista da composição química, a primeira mistura elastomérica, que constitui pelo menos em parte as porções de pequena barra da primeira porção mediana, compreende elastômeros diênicos, cargas reforçadoras e um sistema de reticulação. Os elastômeros diênicos classicamente utilizados são escolhidos no grupo constituído pelos polibutadienos (BR), pela borracha natural (NR), pelos poliisoprenos de síntese (PI) e pelos copolímeros estireno-butadieno (SBR). Preferencialmente, os elastômeros são utilizados sob a forma de misturas NR/BR ou SBR/BR, e mesmo de misturas NR/BR/SBR. Preferencialmente os SBR utilizados apresentam temperaturas de transição vítrea ou T_g dinâmicas inferiores a -45°C, medidas em um analisador de viscosidade conhecido sob o nome “Metravib VA4000”, de acordo com a norma ASTM D 5992-96. No que diz respeito à carga reforçadora, a primeira mistura elastomérica compreende pelo menos um negro de fumo, tal como um negro de fumo das séries 200 e 100 (graus ASTM), esse negro tendo uma superfície específica BET superior a 100 m²/g e sendo empregado a uma taxa compreendida entre 50 e 70 pce.

[0036] A primeira mistura elastomérica, que compreende os elastômeros ou misturas de elastômeros assim como os negros de fumo citados precedentemente, apresenta propriedades satisfatórias em termos de resistência ao desgaste em uso de estrada.

[0037] Vantajosamente, a segunda mistura elastomérica tendo um módulo complexo de cisalhamento dinâmico G_2^* a 50 % de deformação e a 60°C, o módulo

complexo de cisalhamento dinâmico G_2^* da segunda mistura elastomérica é pelo menos igual a 1.3 MPa e, de preferência, no máximo igual a 1.9 MPa. Um módulo complexo de cisalhamento dinâmico G_2^* a 50 % de deformação e a 60°C da segunda mistura elastomérica, compreendido em um intervalo de valores, confere à segunda mistura elastomérica níveis de rigidezes favoráveis para a resistência às agressões, em uso no campo.

[0038] Ainda vantajosamente, a segunda mistura elastomérica tendo um fator de perda $\tan(\delta_2)$ a 60°C, o fator de perda $\tan(\delta_2)$ da segunda mistura elastomérica é pelo menos igual a 0.24 e no máximo igual a 0.32. Um fator de perda (δ_2), compreendido em um tal intervalo de valores, permite limitar a dissipação de energia e, portanto, o nível térmico.

[0039] Do ponto de vista da composição química, a segunda mistura elastomérica, que constitui pelo menos em parte as porções de pequena barra das segunda e terceira porções laterais, compreende elastômeros diênicos, cargas reforçadoras e um sistema de reticulação. Os elastômeros diênicos classicamente utilizados são escolhidos preferencialmente no grupo constituído pela borracha natural (NR), pelos poliisoprenos de síntese (PI) e pelos copolímeros estireno-butadieno (SBR). Preferencialmente, os elastômeros são utilizados sob a forma de misturas NR/SBR ou SBR/SBR. Preferencialmente os SBR utilizados sozinhos ou em mistura apresentam temperaturas de transição vítrea ou T_g dinâmicas compreendidas entre -50°C e -20°C, medidas em um analisador de viscosidade conhecido sob o nome "Metravib VA4000", de acordo com a norma ASTM D 5992-96. No que diz respeito à carga reforçadora, a segunda mistura elastomérica compreende pelo menos um negro de fumo, tal como um negro de fumo das séries 300, 200 e 100 (graus ASTM), esse negro tendo uma superfície específica BET superior a 80 m²/g e sendo empregado a uma taxa compreendida entre 50 e 75 pce.

[0040] No que diz respeito à realização industrial, um pneumático de acordo com a invenção, e mais precisamente da banda de rodagem de um tal pneumático, pode ser fabricado de acordo com um processo tal como descrito e reivindicado pelo documento WO 2009131578. A invenção, descrita e reivindicada pelo documento

WO 2009131578, se refere a processos e a um aparelho de formação de um componente de pneumático multicamadas, as etapas do processo consistindo em:

- utilizar um sistema mecânico, o sistema compreendendo uma pluralidade de elementos de corte;

- deslocar uma folha de material ao longo de um caminho de deslocamento através do sistema mecânico;

- cortar uma primeira tira da folha por meio de um ou de vários elementos da pluralidade de elementos de corte, essa etapa se produzindo no decorrer da etapa de deslocamento;

- aplicar mecanicamente a primeira tira a uma superfície de construção, essa etapa se produzindo no decorrer da etapa de deslocamento;

- cortar uma segunda tira da folha depois da etapa de corte da primeira tira, essa etapa se produzindo no decorrer da etapa de deslocamento;

- aplicar mecanicamente a segunda tira a uma superfície de construção, essa etapa se produzindo no decorrer da etapa de deslocamento.

[0041] Modos de realização específicos do processo precedentemente descrito, relativo a uma fabricação multicamada da banda de rodagem, foram também descritos pelos documentos WO 2013176675 e WO 2013176676.

[0042] A presente invenção será melhor compreendida com o auxílio das figuras 1 a 3, esquemáticas e não representadas na escala, incluídas em anexo:

- figura 1: vista em perspectiva de um pneumático para veículo de uso agrícola,

- figura 2: vista, de acordo com uma direção radial (Z), da banda de rodagem de um pneumático para veículo de uso agrícola,

- figura 3: vista em corte, de acordo com um plano meridiano (YZ), de uma porção de banda de rodagem de um pneumático de acordo com a invenção.

[0043] As figuras 1 e 2 apresentam respectivamente uma vista em perspectiva de um pneumático 1 para veículo de uso agrícola, e uma vista, de acordo com uma direção radial Z, da banda de rodagem de um tal pneumático. A banda de rodagem 2, destinada a entrar em contato com um solo por intermédio de uma superfície de rodagem, compreende pequenas barras 3 separadas umas das outras por sulcos 4.

Cada pequena barra 3 se estende radialmente para o exterior, a partir de uma superfície de fundo 5 até uma face de contato 6, posicionada na superfície de rodagem. Os sulcos 4 são constituídos pelas porções da superfície de fundo 5 que separam as pequenas barras 3.

[0044] Na figura 2, a banda de rodagem 2 tem uma largura axial L medida entre duas extremidades axiais (E, E'). Ela compreende uma primeira porção mediana 21 (hachurada) que tem uma largura axial L_1 , pelo menos igual a 0.25 vez e no máximo igual a 0.75 vez a largura axial L, e segundas e terceiras porções laterais (22, 23), que se estendem respectivamente axialmente para o exterior, a partir da primeira porção mediana 21 até uma extremidade axial (E, E'), e que têm larguras axiais respectivas (L_2 , L_3). No caso apresentado, a largura axial L_1 da porção mediana 21 da banda de rodagem 2 é igual a 0.5 vez a largura axial L da banda de rodagem, e as larguras axiais respectivas (L_2 , L_3) das segunda e terceira porções laterais são iguais entre si e respectivamente iguais a 0.25 vez a largura axial L da banda de rodagem 2. De acordo com a invenção, as porções de pequenas barras 3, axialmente posicionadas na primeira porção mediana 21, são constituídas, em pelo menos uma parte da altura radial H das mesmas, por uma primeira mistura elastomérica, enquanto que as porções de pequenas barras 3, axialmente posicionadas em uma das segunda ou terceira porções laterais (22, 23), são constituídas, em pelo menos uma parte da altura radial H das mesmas, por uma segunda mistura elastomérica.

[0045] A figura 3 apresenta uma vista em corte, de acordo com um plano meridiano (YZ), da banda de rodagem 2 de um pneumático de acordo com um modo de realização especial da invenção. A banda de rodagem 2, que tem uma largura axial L medida entre duas extremidades axiais (E, E'), compreende uma primeira porção mediana 21 que tem uma largura axial L_1 igual, no caso representado, a 0.5 vez a largura axial L, e segundas e terceiras porções laterais (22, 23), que se estendem respectivamente axialmente para o exterior, a partir da primeira porção mediana 21 até uma extremidade axial (E, E'), e que têm larguras axiais respectivas (L_2 , L_3) iguais entre si e respectivamente iguais a 0.25 vez a largura axial L. Na primeira porção mediana 21, uma porção 311 de pequena barra, constituída por uma primeira mistura elastomérica (hachurada) que resiste ao desgaste em uso de estrada, se estende

radialmente para o interior, a partir da face de contato 6 até uma primeira interface 7, em uma distância radial D_1 pelo menos igual a 0.5 vez e no máximo igual a 1 vez a altura radial H de pequena barra. Na terceira porção lateral 23, uma porção 321 de pequena barra, constituída por uma segunda mistura elastomérica (em pontilhados) que resiste às agressões em uso no campo, se estende radialmente para o interior, a partir da face de contato 6 até uma segunda interface 8, em uma distância radial D_2 pelo menos igual a 0.5 vez e no máximo igual a 1 vez a altura radial H de pequena barra. A porção de pneumático compreendida entre a superfície de fundo 5 e uma terceira interface 9, radialmente interior à superfície de fundo 5 a uma distância radial D_3 , constitui o subvazado. No caso representado, uma terceira mistura elastomérica, diferente das primeira e segunda misturas elastoméricas, se estende radialmente para o interior, a partir das primeira e segunda interfaces (7, 8) até a terceira interface 9.

[0046] A invenção foi mais especialmente estudada para um pneumático agrícola, no qual a primeira mistura elastomérica tem um módulo complexo de cisalhamento dinâmico G_1^* igual a 1.72 MPa e um fator de perda $\tan(\delta_1)$ igual a 0.30, e a segunda mistura elastomérica tem um módulo complexo de cisalhamento dinâmico G_2^* igual a 1.47 MPa e um fator de perda $\tan(\delta_2)$ igual a 0.32.

[0047] As primeira e segunda misturas elastoméricas podem ter composições químicas diferentes daquelas precedentemente descritas, de acordo com os desempenhos buscados para o pneumático.

[0048] A invenção é, mais geralmente, aplicável a qualquer pneumático do qual a banda de rodagem compreende elementos em relevo e que é suscetível de rodar sobre solos que compreendem penetradores agressivos, tal como um pneumático para veículo de engenharia civil.

REIVINDICAÇÕES

1. Pneumático (1) para veículo de uso agrícola que compreende:

- uma banda de rodagem (2), destinada a entrar em contato com um solo, e que tem uma largura axial L medida entre duas extremidades axiais (E, E'),

- a banda de rodagem (2) compreendendo pequenas barras (3) separadas umas das outras por sulcos (4),

- cada pequena barra (3) se estendendo radialmente para o exterior, em uma altura radial H, a partir de uma superfície de fundo (5) até uma face de contato (6),

- os sulcos (4) sendo constituídos por porções da superfície de fundo (5) que separam as pequenas barras (3),

caracterizado pelo fato de que a banda de rodagem (2) compreende uma primeira porção mediana (21) que tem uma largura axial L_1 , pelo menos igual a 0,25 vez e no máximo igual a 0,75 vez a largura axial L, e segundas e terceiras porções laterais (22, 23), que se estendem respectivamente axialmente para o exterior, a partir da primeira porção mediana (21) até uma extremidade axial (E, E'), e que têm larguras axiais respectivas (L_2 , L_3), em que cada porção de pequena barra (311), axialmente compreendida na primeira porção mediana (21) e que se estende radialmente para o interior, a partir da face de contato (6) até uma primeira interface (7), em uma distância radial D_1 pelo menos igual a 0,5 vez e no máximo igual a 1 vez a altura radial H de pequena barra, é constituída por uma primeira mistura elastomérica tendo um módulo complexo de cisalhamento dinâmico G_1^* a 50 % de deformação e a 60°C pelo menos igual a 1,4 MPa e, de preferência, no máximo igual a 2 Mpa, e em que cada porção de pequena barra (321), axialmente compreendida em uma das segunda ou terceira porções laterais (22, 23) e que se estende radialmente para o interior, a partir da face de contato (6) até uma segunda interface (8), em uma distância radial D_2 pelo menos igual a 0,5 vez e no máximo igual a 1 vez a altura radial H de pequena barra, é constituída por uma segunda mistura elastomérica tendo um módulo complexo de cisalhamento dinâmico G_2^* a 50 % de deformação e a 60°C pelo menos igual a 1,3 MPa e, de preferência, no máximo igual a 1,9 Mpa.

2. Pneumático (1) de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que cada porção de pequena barra (312), axialmente compreendida na primeira porção mediana (21) e que se estende radialmente para o interior, a partir da primeira interface (7) até uma terceira interface (9), posicionada radialmente no interior à superfície de fundo (5) a uma distância radial D_3 pelo menos igual a 3 mm, é constituída pela primeira mistura elastomérica.

3. Pneumático (1) de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que cada porção de pequena barra (322), axialmente compreendida em uma das segunda ou terceira porções laterais (22, 23) e que se estende radialmente para o interior, a partir da segunda interface (8) até uma terceira interface (9), posicionada radialmente no interior à superfície de fundo (5) a uma distância radial D_3 pelo menos igual a 3 mm, é constituída pela segunda mistura elastomérica.

4. Pneumático (1) de acordo com a reivindicação 2 ou 3, caracterizado pelo fato de que a distância radial D_3 entre a superfície de fundo (5) e a terceira interface (9) é no máximo igual a 15 mm.

5. Pneumático (1) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, caracterizado pelo fato de que a distância radial D_1 , entre a face de contato (6) e a primeira interface (7), e a distância radial D_2 , entre a face de contato (6) e a segunda interface (7), são iguais.

6. Pneumático (1) de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, a primeira mistura elastomérica tendo um fator de perda $\tan(\delta_1)$ a 60°C, caracterizado pelo fato de que o fator de perda $\tan(\delta_1)$ da primeira mistura elastomérica é pelo menos igual a 0,22 e no máximo igual a 0,30.

7. Pneumático (1) de acordo com uma qualquer das reivindicações 1 a 6, a segunda mistura elastomérica tendo um fator de perda $\tan(\delta_2)$ a 60°C, caracterizado pelo fato de que o fator de perda $\tan(\delta_2)$ da segunda mistura elastomérica é pelo menos igual a 0,24 e no máximo igual a 0,32.

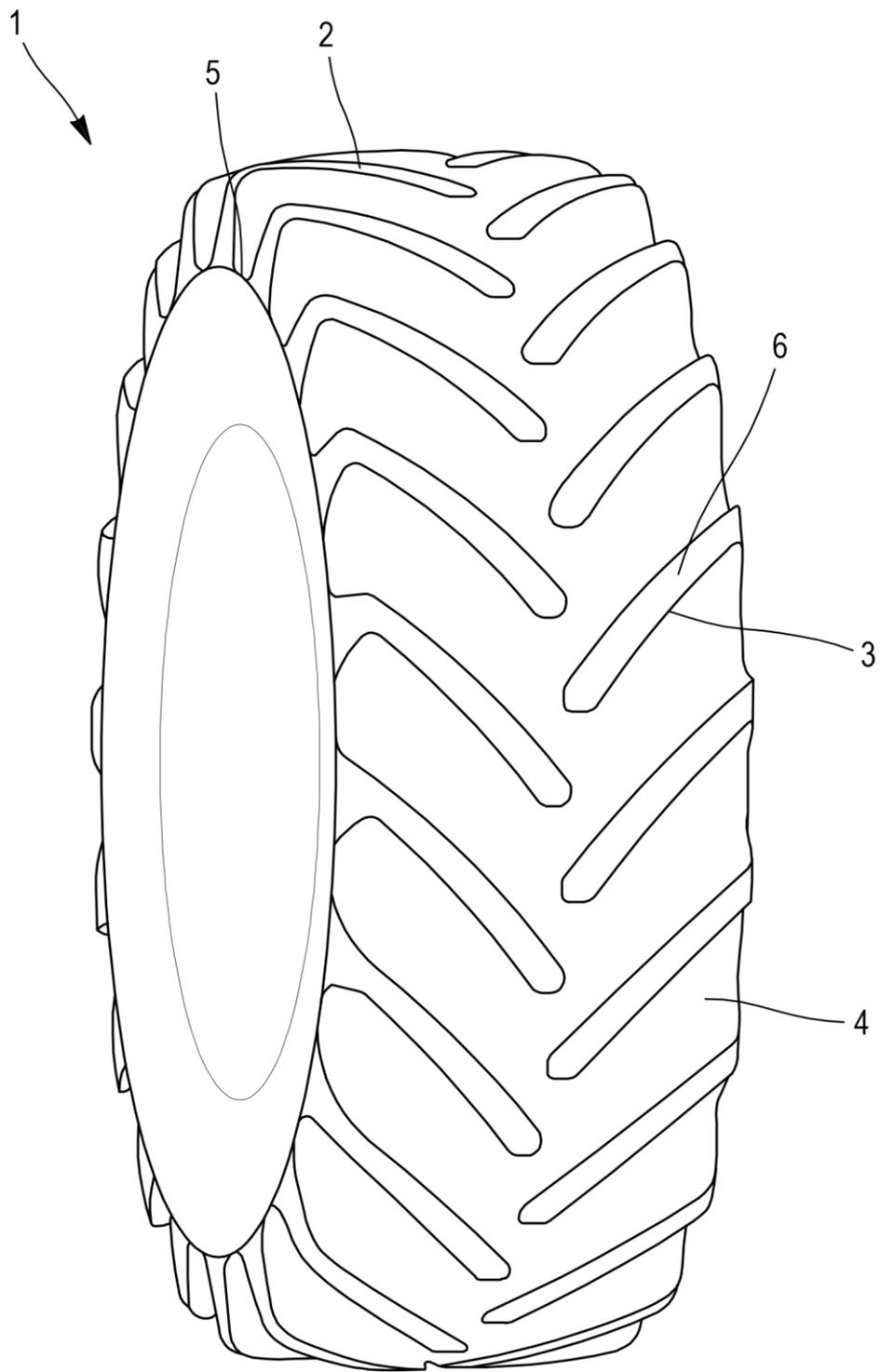


FIG. 1

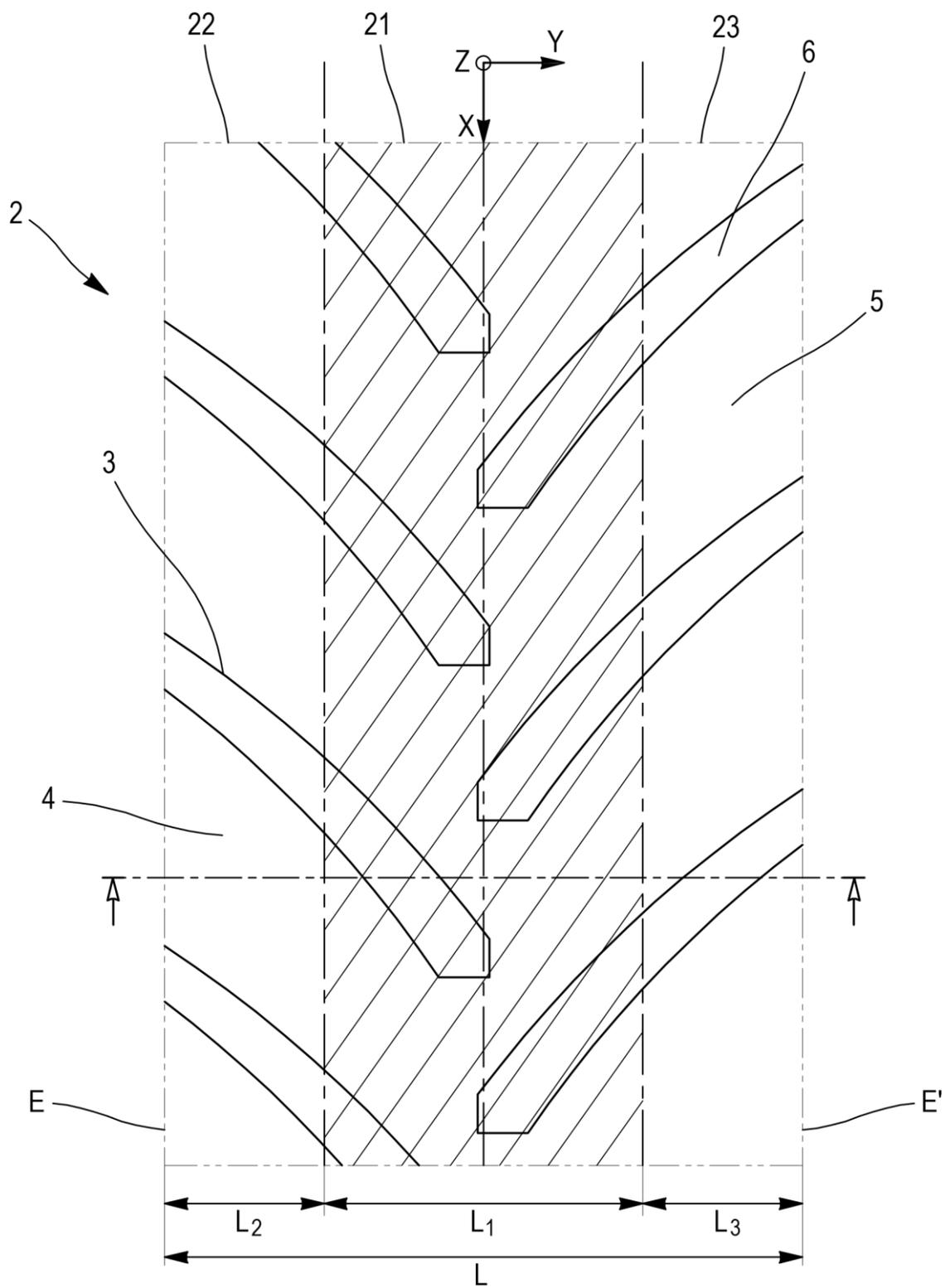


FIG. 2

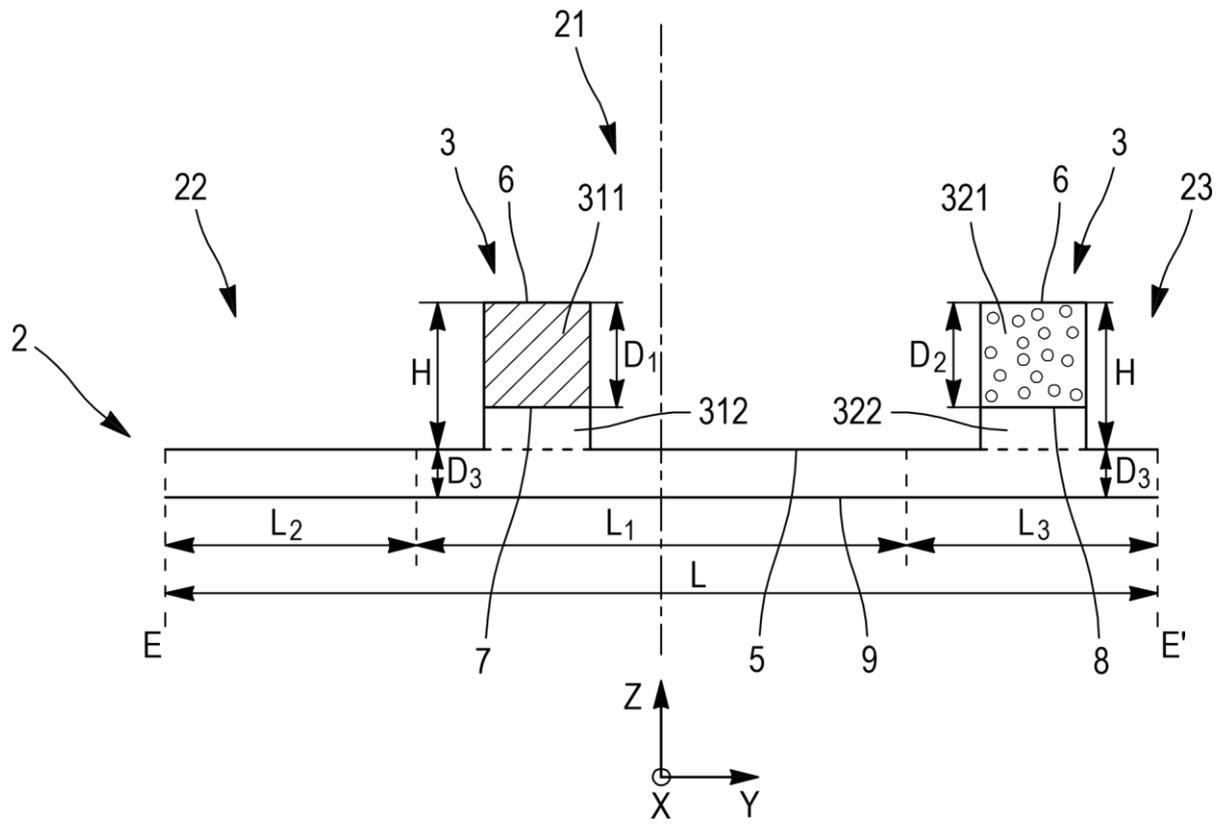


FIG. 3