



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

(11) BR 112014017471-7 B1



(22) Data do Depósito: 31/01/2013

(45) Data de Concessão: 06/07/2021

(54) Título: PNEUMÁTICO COM ESTRUTURA DE CINTA TORNADA MAIS LEVE

(51) Int.Cl.: B60C 9/20.

(30) Prioridade Unionista: 09/02/2012 FR 1251215.

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

(72) Inventor(es): AURORE LARDJANE; CHRISTOPHE LE CLERC; JACQUES MOREL-JEAN; ARNAUD VERLEENE.

(86) Pedido PCT: PCT EP2013051844 de 31/01/2013

(87) Publicação PCT: WO 2013/117476 de 15/08/2013

(85) Data do Início da Fase Nacional: 16/07/2014

(57) Resumo: PNEUMÁTICO COM ESTRUTURA DE CINTA TORNADA MAIS LEVE. Pneu radial notadamente para veículo de passeio ou camionete, com estrutura de cinta tornada mais leve (10) comportando um estratificado compósito multicamada (10a, 10b, 10c) de construção específica, com uma primeira camada (10a) de borracha (C1) comportando reforços têxteis circunferenciais (110) fracamente termorretráteis, por exemplo, de nylon ou de poliéster, esta primeira camada encimando radialmente (ao longo da direção Z) duas outras camadas (10b, 10c) de borracha (respectivamente C2, C3) reforçadas com monofios (120, 130) de aço de alta resistência; este estratificado compósito multicamada permite diminuir o peso e a resistência à rodagem dos pneus, sem prejudicar a rigidez nas curvas e, portanto, o comportamento na estrada, oferecendo ao mesmo tempo uma durabilidade em rodagem pelo menos igual se não melhorada.

“PNEUMÁTICO COM ESTRUTURA DE CINTA TORNADA MAIS LEVE”

1. DOMÍNIO DA INVENÇÃO

[0002] A presente invenção é relativa aos pneumáticos e sua armadura de coroa ou cinta. Ela refere-se mais particularmente aos compósitos laminados multicamadas utilizados na cinta dos pneumáticos notadamente para veículo de passeio ou camionete.

2. ESTADO DA TÉCNICA

[0003] Um pneumático com armadura de carcaça radial para veículo de passeio ou camionete comporta, como se sabe, uma banda de rodagem, dois talões inextensíveis, dois flancos flexíveis religando os talões à banda de rodagem e uma armadura de coroa rígida ou “cinta” (“belt”) disposta circunferencialmente entre a armadura de carcaça e a banda de rodagem.

[0004] A cinta de pneumático é geralmente constituída por pelo menos duas lonas de borracha ditas “lonas de trabalho”, “lonas de triangulação” ou ainda “armadura de trabalho”, sobrepostas e cruzadas, reforçadas geralmente com cabos metálicos dispostos sensivelmente paralelamente uns em relação aos outros e inclinados em relação ao plano circunferencial mediano, estas lonas de trabalho podendo ser associadas ou não a outras lonas e/ou tecidos de borracha. Estas lonas de trabalho têm por função primordial conferir ao pneu uma rigidez de curva ou impulso de deriva (em inglês, “drift thrust” ou “cornering”) elevada, necessária de modo conhecido para a obtenção de um bom comportamento na estrada (“handling”) sobre veículo automotivo.

[0005] A cinta acima, o que é particularmente o caso para os pneumáticos susceptíveis de rodar em elevada velocidade de modo sustentado, pode comportar, por outro lado, uma lona de borracha dita “lona de cintagem” ou “armadura de cintagem” que é reforçada geralmente por fios de reforço ditos “circunferenciais”, ou seja, que estes fios de reforço são dispostos praticamente paralelos uns aos outros e estendidos sensivelmente circunferencialmente em torno da capa pneumática de modo a formar um ângulo preferivelmente compreendido em um domínio de 0 a 5° com o plano circunferencial mediano. Estes fios de reforço circunferenciais têm por

função primordial, como lembrado, de resistir à centrifugação da coroa em elevada velocidade.

[0006] Tais estruturas de cintas, consistindo finalmente em um compósito laminado multicamadas comportando, pelo menos, uma lona de cintagem, com maior frequência têxtil, e duas lonas de trabalho geralmente metálicas, são bem conhecidas do versado na técnica e não precisam ser descritas em maiores detalhes aqui.

[0007] O estado da técnica que descreve tais estruturas de cintas é ilustrado em particular pelos documentos US 4.371.025, FR 2.504.067 ou US 4.819.705, EP 738.615, EP 795.426 ou US 5.858.137, EP 1.162.086 ou US 2002/0011296, EP 1.184.203 ou US 2002/0055583.

[0008] A disponibilidade de aços cada vez mais resistentes e duradouros faz com que os fabricantes de pneumáticos se orientam atualmente, na medida do possível, para o emprego nas cintas de pneumáticos de cabos com estrutura muito simples, notadamente com apenas dois fios, até mesmo filamentos unitários, a fim de, por um lado, simplificar a fabricação e diminuir os custos, por outro lado diminuir a espessura das lonas de reforço e assim a histerese dos pneumáticos, finalmente reduzir o consumo de energia dos veículos equipados com tais pneumáticos.

[0009] Os esforços que visam reduzir a massa dos pneumáticos, em particular por uma redução de espessura da sua cinta e das camadas de borracha constituindo a mesma, defrontam-se, no entanto, bem naturalmente, com limites físicos que podem dar lugar a diversas dificuldades. Pode ocorrer notadamente que a função de cintagem fornecida pela armadura de cintagem e a rigidificação fornecida pela armadura de trabalho não sejam mais suficientemente diferenciadas uma da outro e possam perturbar-se mutuamente, sem mencionar os riscos de contatos diretos entre os fios circunferenciais têxteis e os cabos metálicos das lonas de trabalho. Como evidente, estes fatos são prejudiciais ao bom funcionamento da coroa do pneumático, ao desempenho e à durabilidade global do pneumático.

3. BREVE DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

[0010] Ora, durante as suas pesquisas, as Requerentes encontraram um compósito laminado multicamadas de estrutura específica que permite tornar mais

leve notavelmente a cinta dos pneumáticos e, portanto, diminuir a sua resistência à rodagem, remediando ao mesmo tempo os inconvenientes citados acima.

[0011] Assim, de acordo com um primeiro objeto, a presente invenção refere-se (de acordo com as referências dadas nas figuras 1 e 2 em anexo) a um pneumático radial 1, definindo três direções principais, circunferencial X, axial Y e radial Z, comportando uma coroa 2 encimada por uma banda de rodagem 3, dois flancos 4, dois talões 5, cada flanco 4 ligando cada talão 5 à coroa 2, uma armadura de carcaça 7 ancorada em cada um dos talões 5 e estendendo-se nos flancos 4 e na coroa 2, uma armadura de coroa ou cinta 10 estendendo-se na coroa 2 ao longo da direção circunferencial X e situada radialmente entre a armadura de carcaça 7 e a banda de rodagem 3, a referida cinta 10 comportando um compósito laminado multicamadas 10a, 10b, 10c comportando, pelo menos, três camadas sobrepostas de reforços 110, 120, 130, os referidos reforços estando em cada camada unidirecionais e embutidos em uma espessura de borracha C1, C2, C3, com:

- lado banda de rodagem, uma primeira camada 10a de borracha C1 comportando uma primeira fileira de reforços 110, orientados ao longo de um ângulo alfa de -5 a +5 graus em relação à direção circunferencial X, estes reforços 110 ditos primeiros reforços sendo de material têxtil termorretrátil;

- em contato com a primeira camada 10a e disposta sob esta última, uma segunda camada 10b de borracha C2 comportando uma segunda fileira de reforços 120, orientados ao longo de um ângulo beta dado, positivo ou negativo, compreendido entre 10 e 30 graus em relação à direção circunferencial X, estes reforços 120 ditos segundos reforços sendo reforços metálicos;

- em contato com a segunda camada 10b e disposta sob esta última, uma terceira camada 10c de borracha C3 comportando uma terceira fileira de reforços 130, orientados ao longo de um ângulo gama oposto ao ângulo beta, ele mesmo compreendido entre 10 e 30 graus em relação à direção circunferencial X, estes reforços 130 ditos terceiros reforços sendo reforços metálicos;

este pneumático sendo caracterizado por um lado pelo fato de que:

- os segundos 120 e terceiros 130 reforços consistem em monofilamentos de

aço cujo diâmetro, notado respectivamente D2 e D3, está compreendido entre 0,20 mm e 0,50 mm;

e pelo fato de que as características seguintes, medidas na parte central da cinta do pneumático no estado vulcanizado, de um lado e outro do plano mediano (M) sobre uma largura axial total de 4 cm, são verificadas:

- o diâmetro do espaço ocupado médio D1 dos primeiros reforços 110 está compreendido entre 0,40 mm e 0,70 mm;

- a densidade d_1 dos primeiros reforços 110 na primeira camada de borracha C1, medida na direção axial Y, está compreendida entre 70 e 130 fios/dm;

- a densidade, respectivamente d_2 e d_3 , dos segundos 120 e terceiros 130 reforços respectivamente nas segundas C2 e terceiras C3 camadas de borracha, medida na direção axial Y, está compreendida entre 120 e 180 fios/dm;

- a espessura média Ez_1 de borracha separando um primeiro reforço 110 do segundo reforço 120 que está mais próximo do mesmo, medida na direção radial Z, está compreendida entre 0,25 e 0,40 mm;

- a espessura média Ez_2 de borracha separando um segundo reforço 120 do terceiro reforço 130 que está mais próximo do mesmo, medida na direção radial Z, está compreendida entre 0,35 e 0,60 mm;

e por outro lado pelo fato de que as relações seguintes são verificadas:

$$(1) \quad CT < 7,5\%$$

$$(2) \quad 0,20 < Ez_1/(Ez_1 + D1 + D2) < 0,30$$

$$(3) \quad 0,30 < Ez_2/(Ez_2 + D2 + D3) < 0,50$$

CT sendo a contração térmica dos primeiros reforços 110 de material têxtil termorretrátil, após 2 min a 185°C.

[0012] Graças à sua construção específica e a combinação das características acima, este compósito laminado multicamadas revelou-se capaz de diminuir o peso dos pneumáticos e a sua resistência à rodagem, com custo reduzido graças à utilização de monofilamentos de aço que não necessitam de nenhuma operação de montagem anterior, isto sem prejudicar a rigidez nas curvas e a durabilidade sob condições de rodagem particularmente severas.

[0013] Ela apresenta, por outro lado, a vantagem de ser muito fracamente histerética em comparação com os compósitos laminados utilizados convencionalmente nas cintas dos pneumáticos do tipo passeio ou camionete.

[0014] O compósito laminado multicamadas de acordo com a invenção é utilizável como elemento de reforço de cinta de qualquer tipo de pneumático, particularmente para veículo de passeio incluindo notadamente os veículos 4x4 e “SUV” (Sport Utility Vehicles) ou para veículo camionete.

[0015] A invenção assim como as suas vantagens serão compreendidas facilmente face à descrição detalhada e aos exemplos de realização que seguem, bem como figuras 1 e a 2 relativas a estes exemplos que esquematizam (salvo indicação em contrário, sem considerar uma escala específica):

- em corte radial (isto é, segundo um plano contendo o eixo de rotação do pneumático), um exemplo de pneumático 1 de acordo com a invenção, incorporando na sua cinta 10 um compósito laminado multicamadas de acordo com a invenção (Figura 1);

- em corte transversal, o compósito laminado multicamadas 10a, 10b, 10c utilizado no pneumático 1 de acordo com a invenção (Figura 2).

4. DEFINIÇÕES

[0016] No presente pedido, entende-se por:

- “borracha” ou “elastômero” (os dois termos sendo considerados como sinônimos): qualquer tipo de elastômero, quer seja do tipo diênico ou do tipo não diênico, por exemplo, termoplástico;

- “composição de borracha” ou “composição borrachosa”: uma composição comportando, pelo menos, uma borracha e uma carga;

- “camada”: uma folha, faixa ou qualquer outro elemento de espessura relativamente fraca em relação às suas outras dimensões, preferivelmente cuja relação da espessura sobre a maior das outras dimensões é inferior a 0,5, mais preferivelmente inferior a 0,1;

- “direção axial”: uma direção sensivelmente paralela ao eixo de rotação do pneumático;

- “direção circunferencial”: uma direção que é sensivelmente perpendicular ao mesmo tempo à direção axial e a um raio do pneumático (em outros termos, tangente a um círculo cujo centro está sobre o eixo de rotação do pneumático);

- “direção radial”: uma direção ao longo de um raio do pneumático, ou seja, direção qualquer passando pelo eixo de rotação do pneumático e sensivelmente perpendicularmente a esta direção, ou seja, fazendo com uma perpendicular a esta direção um ângulo que não se afasta mais de 5 graus;

- “orientado ao longo de um eixo ou uma direção”: falando de um elemento qualquer como um reforço, um elemento que é orientado sensivelmente paralelamente a este eixo ou esta direção, ou seja, fazendo com este eixo ou esta direção um ângulo que não se afasta de mais 5 graus (portanto nulo ou no máximo igual a 5 graus);

- “orientado perpendicularmente um eixo ou uma direção”: falando de elemento qualquer como um reforço, um elemento que é orientado sensivelmente perpendicularmente a este eixo ou esta direção, ou seja, fazendo com uma perpendicular a este eixo ou esta direção um ângulo que não se afasta de mais 5 graus;

- “plano circunferencial mediano” (notado M): o plano perpendicular ao eixo Y de rotação do pneumático que está situado em meia-distância dos dois talões e passa pelo meio da armadura de coroa ou cinta;

- “reforço” ou “fio de reforço”: qualquer filamento longo e fino, isto é, filiforme, longilíneo, de grande comprimento relativamente à sua seção transversal, notadamente qualquer filamento unitário, qualquer fibra multifilamentar ou qualquer montagem de tais filamentos ou fibras como retorcidos ou um cabo, este filamento ou fio podendo ser retilíneo como não retilíneo, por exemplo, entrançado, ou ondulado, tal fio ou filamento sendo susceptível de reforçar uma matriz de borracha (isto é, aumentar as propriedades em tração da matriz);

- “reforços unidirecionais”: reforços essencialmente paralelos entre si, ou seja, orientados ao longo de um mesmo eixo;

- “laminado” ou “laminado multicamada”: no sentido da classificação

internacional das patentes, qualquer produto comportando, pelo menos, duas camadas, de forma plana ou não plana, que estão em contato uma com a outra, estas últimas podendo estar ou não ligadas, conectadas entre elas; a expressão “ligada” ou “conectada” deve ser interpretada de modo extensivo para incluir todos os meios de ligação ou de montagem, em particular por encolamento.

[0017] Por outro lado, salvo indicação expressa diferente, todas as percentagens (%) indicadas são em % em massa.

[0018] Qualquer intervalo de valores designado pela expressão “entre a e b” representa o domínio de valores indo de mais de a a menos de b (isto é, , limites a e b excluídos) enquanto que qualquer intervalo de valores designado pela expressão “de a a b” significa o domínio de valores indo de a até b (isto é, , incluindo os limites estritos a e b).

5. DESCRIÇÃO DETALHADA DA INVENÇÃO

[0019] Por exemplo, a figura 1 representa de modo muito esquemático (isto é, sem considerar uma escala específica) um corte radial de um pneumático de acordo com a invenção, por exemplo, para veículo do tipo passeio ou camionete, cuja cinta comporta um compósito laminado multicamadas de acordo com a invenção.

[0020] Este pneumático 1, de acordo com a invenção, definindo três direções perpendiculares, circunferencial X, axial Y e radial Z, comporta uma coroa 2 encimada por uma banda de rodagem 3, dois flancos 4, dois talões 5, cada flanco 4 ligando cada talão 5 à coroa 2, uma armadura de carcaça 7 ancorada em cada um dos talões 5 e estendendo-se nos flancos 4 e na coroa 2, uma armadura de coroa ou cinta 10 estendendo-se na coroa 2 ao longo da direção circunferencial X e situado radialmente entre a armadura de carcaça 7 e a banda de rodagem 3. A armadura de carcaça 7 é de modo conhecido constituída por, pelo menos, uma lona de borracha reforçada por cabos têxteis, ditos “radiais”, dispostos praticamente paralelos uns aos outros e estendem-se de um talão ao outro de modo formar um ângulo geralmente compreendido entre 80° e 90° com o plano circunferencial mediano M; , ela é aqui, a título de exemplo, enrolada em torno de dois cordonéis 6 em cada talão 5, o reviramento 8 deste armadura 7 por exemplo disposta para o exterior do pneumático

1 que é representado aqui montado sobre seu aro 9.

[0021] De acordo com a presente invenção, de acordo com a representação da figura 2 que será detalhada posteriormente, a cinta 10 do pneumático 1 comporta um compósito laminado multicamadas comportando três camadas 10a, 10b, 10c sobrepostas de reforços, os referidos reforços estando em cada camada unidirecionais e embutidos em uma espessura de borracha (respectivamente C1, C2, C3), com:

- lado banda de rodagem, uma primeira camada de borracha C1 comportando uma primeira fileira de reforços 110 orientados ao longo de um ângulo alfa (α) de -5 a +5 graus em relação à direção circunferencial X, estes reforços 110 ditos primeiros reforços sendo de material têxtil termorretrátil;

- ao contato e sob a primeira camada C1, uma segunda camada de borracha C2 comportando uma segunda fileira de reforços 120 orientados ao longo de um ângulo beta (β) dado, positivo ou negativo, compreendidos entre 10 e 30 graus em relação à direção circunferencial X, estes reforços 120 ditos segundos reforços sendo reforços metálicos;

- ao contato e sob da segunda camada C2, uma terceira camada de borracha C3 comportando uma terceira fileira de reforços 130 orientados ao longo de um ângulo gama (γ) oposto ao ângulo beta, ele mesmo compreendido entre 10 e 30 graus em relação à direção circunferencial X, estes reforços 130 ditos terceiros reforços sendo reforços metálicos.

[0022] De acordo com a invenção, os ângulos β e γ de sentidos opostos, ambos compreendidos entre 10° e 30°, podem ser idênticos ou diferentes, ou seja, que os segundos 120 e terceiros 130 reforços podem ser dispostos de modo simétrico ou não de um lado e outro do plano circunferencial mediano M previamente definido.

[0023] Neste pneumático esquematizado na figura 1, compreende-se naturalmente que a banda de rodagem 3, o laminado multicamada 10 e a armadura de carcaça 7 podem estar ou não ao contato um dos outro, ainda que estas partes tenham sido separadas voluntariamente na figura 1, esquematicamente, por razões de simplificação e clareza do desenho. Elas poderiam ser separadas fisicamente, pelo

menos para parte das mesmas, por exemplo, por gomas de ligação, bem conhecidas do versado na técnica, destinadas a otimizar a coesão do conjunto após cozimento ou reticulação.

[0024] No pneu da invenção, os segundos 120 e terceiros 130 reforços consistem por definição em monofilamentos de aço cujo diâmetro, respectivamente notado D2 e D3, está compreendido entre 0,20 mm e 0,50 mm, preferivelmente superior a 0,25 mm e inferior a 0,40 mm. Mais preferivelmente, para uma resistência ótima do pneu da invenção, notadamente sob condições de rodagem severas, prefere-se que D2 e D2 estejam compreendidos em um domínio de 0,28 a 0,35 mm.

[0025] Por “monofilamento” ou “monofio” de aço, entende-se aqui qualquer filamento unitário de aço, qualquer que seja a forma de sua seção reta, cujo diâmetro ou espessura D é superior a 100 μm , D representando a menor dimensão da sua seção reta quando este último não é circular. Esta definição cobre portanto igualmente monofilamentos de forma essencialmente cilíndrica (de seção reta circular) como monofilamentos de forma diferente, por exemplo, monofilamentos oblongos (de forma aplainada); no segundo caso (seção não circular), a relação de maior dimensão sobre a menor dimensão da seção reta é preferivelmente inferior a 50, mais preferivelmente inferior a 30, em particular inferior a 20.

[0026] Este pneumático da invenção tem, como outras características essenciais, as características que seguem, medidas na parte central da cinta do pneumático no estado vulcanizado, de um lado e outro do plano mediano M sobre uma largura axial total de 4 cm (seja entre - 2 cm e + 2 cm em relação ao plano mediano M):

- o diâmetro do espaço ocupado médio D1 dos primeiros reforços 110 está compreendido entre 0,40 mm e 0,70 mm;

- a densidade d_1 dos primeiros reforços 110 na primeira camada de borracha C1, medida na direção axial Y, está compreendida entre 70 e 130 fios/dm (decimétrico, isto é, por 100 mm de camada de borracha);

- a densidade, notada d_2 e d_3 , dos segundos 120 e terceiros 130 reforços respectivamente nas segundas C2 e terceiras C3 camadas de borracha, medida na direção axial Y, está compreendida entre 120 e 180 fios/dm;

- a espessura média Ez_1 de borracha separando um primeiro reforço 110 (da primeira camada C1) do segundo reforço 120 (da segunda camada C2) que está mais próximo do mesmo, medida na direção radial Z, está compreendida entre 0,25 e 0,40 mm;

- a espessura média Ez_2 de borracha separando um segundo reforço 120 (da segunda camada C2) do terceiro reforço 130 (da terceira camada C3) que está mais próximo do mesmo, medida na direção radial Z, está compreendida entre 0,35 e 0,60 mm.

[0027] A figura 2 representa de modo esquemático (sem relação a uma escala específica), em corte transversal, o compósito laminado multicamadas 10a, 10b, 10c utilizado como cinta 10 no pneu 1 de acordo com a invenção da figura 1.

[0028] Como ilustrado na figura 2, Ez_1 é a média das espessuras ($Ez_{1(1)}$, $Ez_{1(2)}$, $Ez_{1(3)}$, ..., $Ez_{1(i)}$) de borracha separando um primeiro reforço 110 do segundo reforço 120 que está mais próximo do mesmo, estas espessuras sendo cada uma medidas na direção radial Z, e obtida como uma média sobre uma distância axial total compreendida entre - 2,0 cm e + 2,0 cm em relação ao centro da cinta (isto é, por exemplo no total cerca de 40 medições se se encontrar dez reforços 110 por cm na camada C1).

[0029] Expresso de modo diferente, Ez_1 é a média das distâncias mínimas $Ez_{1(i)}$ separando “costa a costa” cada primeiro reforço 110 do segundo reforço 120 que está mais próximo do mesmo na direção radial Z, esta média sendo calculada sobre o conjunto dos primeiros reforços 110 presentes na parte central da cinta, em um intervalo axial estendendo-se entre - 2 cm e + 2 cm em relação ao plano mediano M.

[0030] Do mesmo modo, Ez_2 é a média das espessuras de borracha ($Ez_{2(1)}$, $Ez_{2(2)}$, $Ez_{2(3)}$, ..., $Ez_{2(i)}$) separando um segundo reforço 120 do terceiro reforço 130 que está mais próximo do mesmo, medidas na direção radial Z, esta média sendo calculada sobre uma distância axial total compreendida entre - 2,0 cm e + 2,0 cm em relação ao centro da cinta. Expressas de modo diferente, estas espessuras representam as distâncias mínimas que separam “costa a costa” o segundo reforço 120 do terceiro reforço 130 que está mais próximo do mesmo na direção radial Z.

[0031] Expresso de modo diferente, Ez_2 é a média das distâncias mínimas Ez_2 (I) que separam “costa a costa” cada segundo reforço 120 do terceiro reforço 130 que está mais próximo do mesmo na direção radial Z, esta média sendo calculada sobre o conjunto dos segundos reforços 120 presentes na parte central da cinta, em um intervalo axial estendendo-se entre - 2 cm e + 2 cm em relação ao plano mediano M.

[0032] O pneumático da invenção verifica, por outro lado, as relações seguintes:

- (1) $CT < 7,5\%$;
- (2) $0,20 < Ez_1/(Ez_1 + D1 + D2) < 0,30$;
- (3) $0,30 < Ez_2/(Ez_2 + D2 + D3) < 0,50$,

[0033] CT sendo a contração térmica dos primeiros reforços 110 de material têxtil termorretrátil, após 2 min a 185°C.

[0034] Trata-se, em outros termos, da contração relativa destes primeiros reforços 110 que é, por definição, inferior a 7,5% nas condições enunciadas a seguir do teste. CT é preferivelmente inferior a 3,5%, mais preferivelmente inferior a 3%, valores que se revelaram ótimos para a estabilidade de fabricação e dimensionamento das capas de pneumáticos, em particular quando das fases de cozimento e resfriamento destas últimas.

[0035] A grandeza CT é medida, exceto precisões diferentes, de acordo com a norma ASTM D1204-08, por exemplo, sobre um aparelho do tipo “TESTRITE”, sob uma pré-tensão dita padrão de 0,5 cN/tex (portanto levada ao título ou densidade linêica da amostra testada). Em comprimento constante, mede-se igualmente o máximo da força de contração (notada F_c) através do teste acima, esta vez a uma temperatura de 180°C e sob 3% de alongação. Esta força de contração F_c é preferivelmente superior a 20 N (Newton). Uma força de contração elevada revelou-se particularmente favorável para a capacidade de cintagem dos primeiros reforços (110) em material têxtil termorretrátil, com relação à armadura de coroa do pneumático quando este último é aquecido sob uma elevada velocidade de rodagem.

[0036] As grandezas CT e F_c acima podem ser indistintamente medidas sobre os reforços têxteis iniciais encolados antes da sua incorporação no laminado e o pneumático, ou medida sobre estes reforços uma vez extraídos da zona central do

pneumático vulcanizado e preferivelmente “desgomados” (isto é, livres de borracha que reveste os mesmos na camada C1).

[0037] Qualquer material têxtil termorretrátil verificando as características de contração CT enunciadas acima são convenientes. Preferivelmente, este material têxtil termorretrátil é escolhido no grupo constituído pelas poliamidas, os poliésteres e as policetonas. Entre as poliamidas, podem-se citar notadamente as poliamidas 4-6, 6, 6-6, 11 ou 12. Entre os poliésteres, podem-se citar por exemplo os PET (polietileno tereftalato), PEN (polietileno naftalato), PBT (polibutileno tereftalato), PBN (polibutileno naftalato), PPT (polipropileno tereftalato), PPN (polipropileno naftalato). São igualmente utilizáveis, na medida em que verificam a característica CT recomendada, reforços híbridos constituídos de dois (pelo menos dois) materiais diferentes como, por exemplo, por cabos híbridos de aramida/nylon, aramida/poliéster, aramida/policetona.

[0038] De acordo com um modo de realização particularmente preferencial, o material têxtil termorretrátil é um poliéster, notadamente PET ou PEN, particularmente um PET. Mais preferivelmente ainda, o poliéster utilizado é um PET HMLS (“High Modulus Low Shrinkage”).

[0039] Os primeiros reforços de material termo-retrátil podem ter qualquer forma conhecida, podendo tratar-se certamente de monofilamentos mas geralmente são constituídos de fibras multifilamentares retorcidas juntas sob a forma de cordas têxteis. Entende-se de modo comum por diâmetro de espaço ocupado o diâmetro do cilindro de revolução imaginário que cerca de tais primeiros reforços no caso geral onde estes últimos não são de seção reta circular (contrariamente ao caso simples de filamentos unitários).

[0040] De acordo com um modo de realização preferencial da invenção, para um desempenho otimizado do pneu da invenção em termos de resistência à rodagem, impulso de deriva e durabilidade em rodagem, tem-se pelo menos uma, mais preferivelmente a totalidade das características seguintes como verificado:

- diâmetro D_1 está compreendido entre 0,45 mm e 0,65 mm;
- a densidade d_1 está compreendida entre 80 e 120 fios/dm, mais

preferivelmente entre 90 e 110 fios/dm;

- as densidades d_2 e d_3 estão compreendidas entre 130 e 170 fios/dm;

- a espessura Ez_1 está compreendida entre 0,25 e 0,35 mm, mais preferivelmente entre 0,275 mm e 0,325 mm;

- a espessura Ez_2 está compreendida entre 0,35 e 0,55 mm, mais preferivelmente entre 0,375 mm e 0,525 mm;

- a espessura total do compósito laminado multicamadas, ou seja, das suas três camadas C1, C2, C3 sobrepostas, medida ao longo da direção radial Z, está compreendida entre 1,8 e 2,7 mm, mais preferivelmente entre 2,0 e 2,5 mm.

[0041] De acordo com outro modo de realização preferencial da invenção, combinado ou não a qualquer uma ou a totalidade das características preferenciais acima, tem-se pelo menos uma relação abaixo, mais preferivelmente a totalidade das relações abaixo como verificado:

$$0,225 < Ez_1 / (Ez_1 + D1 + D2) < 0,275$$

$$0,325 < Ez_2 / (Ez_2 + D2 + D3) < 0,475$$

$$0,325 < (Ez_1 + Ez_2) / (Ez_1 + Ez_2 + D1 + D2 + D3) < 0,425.$$

[0042] Os primeiros reforços 110 de material têxtil termorretrátil podem tomar qualquer forma conhecida, podendo-se tratar, por exemplo, de monofilamentos elementares de diâmetro considerável (por exemplo, igual ou superior a 50 μm), fibras multifilamentares (constituídas de uma pluralidade de filamentos elementares de baixo diâmetro, tipicamente inferior a 30 μm), de retorcidos têxteis formados de várias fibras retorcidas juntas, cabos têxteis formados de várias fibras ou monofilamentos por cabos ou retorcidos juntos.

[0043] Por definição, os segundos 120 e terceiros 130 reforços são, por definição, monofilamentos de aço. Preferivelmente, o aço é um aço carbono como os utilizados nos cabos tipo "steel cords" para pneumáticos; mas é naturalmente possível utilizar outros aços, por exemplo, aços inoxidáveis, ou outras ligas.

[0044] De acordo com um modo de realização preferencial, quando um aço carbono é utilizado, o seu teor de carbono (% em peso de aço) está compreendido em um domínio de 0,8% a 1,2%; de acordo com outro modo de realização preferencial, o

teor de carbono do aço está compreendido em um domínio de 0,6% a 0,8%. A invenção é aplicável em particular a aços do tipo steel cord com resistência normal (dito "NT" para "Normal Tensile") ou de alta resistência (dito "HT" para "High Tensile"), os (segundo e terceiros) reforços de aço carbono possuindo então uma resistência em tração Rm que é preferivelmente superior a 2000 de MPa, mais preferivelmente superior a 2500 MPa. A invenção é aplicável igualmente a aços do tipo steel cord com resistência muito alta (dito "SHT" para "Super High Tensile"), resistência ultraelevada (dito "UHT" para "Ultra High Tensile" ou "MT" para "Mega Tensile"), ele (segundo e terceiros) reforços de aço carbono possuindo então uma resistência em tração Rm que é preferivelmente superior a 3000 MPa, mais preferivelmente superior a 3500 MPa. O alongamento total à ruptura At destes reforços, soma do alongamento elástico e do alongamento plástico, é preferivelmente superior a 2,0%.

[0045] No que se refere aos reforços (segundo e terceiros) de aço, as medidas de força em ruptura, resistência à ruptura notada Rm (em MPa) e alongamento em ruptura notada At (alongamento total %) são efetuadas em tração de acordo com a norma ISO 6892 de 1984.

[0046] O aço utilizado, quer se trate em particular de um aço carbono ou um aço inoxidável, pode ser ele mesmo revestido com uma camada metálica melhorando por exemplo as propriedades de aplicação do monofilamento de aço, ou as propriedades de uso do reforço e/ou do pneumático eles mesmos, como as propriedades de adesão, de resistência a corrosão ou ainda de resistência ao envelhecimento. De acordo com um modo de realização preferencial, o aço utilizado é recoberto de uma camada de latão (liga Zn-Cu) ou de zinco; como lembrado que quando do processo de fabricação dos fios, o revestimento de latão ou de zinco facilita a trefilação do fio, bem como encolamento do fio com a borracha. Mas os reforços poderiam ser recobertos de uma fina camada metálica diferente de latão ou zinco, tendo, por exemplo, por função melhorar a resistência à corrosão destes fios e/ou a sua adesão à borracha, por exemplo, uma camada fina de Co, Ni, Al, de uma liga de dois ou mais os compostos Cu, Zn, Al, Ni, Co, Sn.

[0047] Cada camada C1, C2, C3 de composição de borracha (ou abaixo "camada

de borracha”) constitutiva do compósito laminado multicamadas, é à base de menos um elastômero e uma carga.

[0048] Preferivelmente, a borracha é uma borracha diênica, ou seja, para lembrar, qualquer elastômero (elastômero único ou mistura de elastômeros) que é proveniente, pelo menos em parte (isto é, um homopolímero ou um copolímero), de monômeros dienos, ou seja, de monômeros portadores de duas duplas ligações carbono-carbono, quer estas últimas sejam conjugadas ou não.

[0049] Este elastômero diênico é escolhido mais preferivelmente no grupo constituído pelos polibutadienos (BR), borracha natural (NR), poliisoprenos de síntese (IR), os copolímeros de butadieno, os copolímeros de isopreno, e as misturas destes elastômeros, tais copolímeros sendo escolhidos notadamente no grupo constituído pelos copolímeros de butadieno-estireno (SBR), pelos copolímeros de isopreno-butadieno (BIR), os copolímeros de isopreno-estireno (SIR) e os copolímeros de isopreno-butadieno-estireno (SBIR).

[0050] Um modo de realização particularmente preferencial consiste em utilizar um elastômero “isoprênico”, ou seja, um homopolímero ou um copolímero isopreno, em outros termos um elastômero diênico escolhido no grupo constituído pela borracha natural (NR), poliisoprenos de síntese (IR), os diferentes copolímeros isopreno e as misturas destes elastômeros.

[0051] O elastômero isoprênico é preferivelmente borracha natural ou poliisopreno de síntese do tipo cis-1,4. Entre estes poliisoprenos de síntese, são utilizados preferivelmente poliisoprenos tendo uma taxa (% molar) de ligações cis-1,4 superior a 90%, mais preferivelmente ainda superior a 98%. De acordo com um modo de realização preferencial, cada camada de composição de borracha comporta 50 a 100 pce de borracha natural. De acordo com outros modos de realização preferenciais, o elastômero diênico pode ser constituído, no todo ou em parte, de outro elastômero diênico como, por exemplo, um elastômero SBR utilizado em fração ou não com outro elastômero, por exemplo, do tipo BR.

[0052] Cada composição de borracha pode comportar um único ou vários elastômero(s) diênico(s), igualmente a totalidade ou parte dos aditivos comumente

utilizados nas matrizes de borracha destinadas à fabricação de pneumáticos, como, por exemplo, cargas de reforços como o negro de fumo ou a sílica, agentes de copulação, os agentes antienvelhecimento, os antioxidantes, os agentes plastificantes ou os óleos de extensão, quer estes sejam de natureza aromática ou não aromática (notadamente óleos muito leves ou não aromáticos, por exemplo, do tipo naftênicos ou parafínicos, com elevada ou preferivelmente baixa viscosidade, óleos MES ou TDAE), resinas plastificantes de elevada temperatura transição vítrea (superior a 30°C), agentes facilitando a aplicação (processabilidade) das composições no estado não vulcanizado, as resinas promotoras da pegajosidade, os agentes antirreversão, receptores e doadores de metileno como, por exemplo, HMT (hexametilenotetramina) ou H3M (hexametóximetilmelamina), as resinas de reforço (como resorcinol ou bismaleimida), os sistemas promotores de adesão conhecidos do tipo sais metálicos por exemplo, notadamente sais de cobalto, de níquel ou lantanídeo, um sistema de reticulação ou vulcanização.

[0053] Preferivelmente, o sistema de reticulação da composição de borracha é um sistema dito vulcanização, ou seja, à base de enxofre (ou de um agente doador de enxofre) e um acelerador primário vulcanização. A este sistema vulcanização de base podem acrescentar-se diversos aceleradores secundários ou ativadores de vulcanização conhecidos. O enxofre é utilizado a uma taxa preferencial compreendida entre 0,5 e 10 pce, o acelerador primário de vulcanização, por exemplo, uma sulfenamida, é utilizado a uma taxa preferencial compreendida entre 0,5 e 10 pce. A taxa de carga de reforço, por exemplo, do negro de fumo e/ou da sílica, são preferivelmente superior a 30 pce, notadamente compreendida entre 30 e 100 pce.

[0054] Como negros de fumo convêm todos os negros de fumo, notadamente os negros do tipo HAF, ISAF, SAF convencionalmente utilizados nos pneumáticos (negros ditos de grau pneumático). Entre estes, cita-se mais particularmente os negros de fumo de grau (ASTM) 300, 600 ou 700 (por exemplo, N326, N330, N347, N375, N683, N772). Como sílicas convêm notadamente as sílicas precipitadas ou pirogenadas apresentando uma superfície BET inferior a 450 m²/g, preferivelmente de 30 a 400 m²/g.

[0055] O versado na técnica saberá, face à presente descrição, ajustar a formulação das composições de borracha a fim de atingir os níveis de propriedades (notadamente módulo de elasticidade) desejados, e adaptar a formulação à aplicação específica visada.

[0056] Preferivelmente, cada composição de borracha apresenta, no estado reticulado, um módulo secante em extensão, a 10% de alongamento, que está compreendido entre 4 e 25 MPa, mais preferivelmente entre 4 e 20 MPa; valores compreendidos notadamente entre 5 e 15 MPa revelaram-se particularmente convenientes. As medições de módulo são efetuadas em tração, exceto indicação diferente de acordo com a norma ASTM D 412 de 1998 (corpo de prova “C”): mede-se em segunda alongação (isto é, após um ciclo de acomodação) o módulo secante “verdadeiro” (isto é, relacionado com a seção real do corpo de prova) a 10% de alongamento, notados aqui Ms e expresso em MPa (condições normais de temperatura e higrometria de acordo com a norma ASTM D 1349 de 1999).

[0057] Para fazer aderir os primeiros, segundos e terceiros reforços às suas três camadas de borracha C1, C2, C3 respectivas previamente descritas, pode-se utilizar qualquer sistema adesivo apropriado, por exemplo, uma cola têxtil do tipo “RFL” (resorcinol-formaldeído-látex) ou equivalente no que se refere aos primeiros reforços têxteis, ou por exemplo um revestimento adesivo como o latão ou zinco no que se refere aos segundos e terceiros reforços de aço; no entanto, pode-se também utilizar um aço claro, ou seja, não revestido.

6. EXEMPLOS DE REALIZAÇÃO DA INVENÇÃO

[0058] Os testes que seguem demonstram que, graças à sua construção específica, o compósito laminado multicamadas de acordo com a invenção permite diminuir o peso e, portanto, a resistência à rotação dos pneumáticos, a custo reduzido graças ao emprego de monofios de aço não torcidos, de modo total e principalmente sem degradar a rigidez nas curvas nem a durabilidade global destes pneumáticos.

[0059] Estes testes comparativos foram conduzidos sobre pneus para veículo de passeio de dimensões 205/55 R16, convencionalmente fabricados e em todos os

pontos idênticos exceto a construção do seu compósito laminado multicamadas.

A) Pneumáticos testados

[0060] Nos pneus de acordo com a invenção destes exemplos, de acordo com a representação esquemática da figura 2, os reforços 110 são retorcidos de poliamida 66, cada retorcido consistindo em 2 fios de 140 tex que foram retorcidos juntos (sobre máquina de torcer direta) a 250 rotações/metro, cujo diâmetro D1 é igual a cerca de 0,66 mm; seu CT é igual a cerca de 7% e sua força de contração Fc é igual a cerca de 28 N.

[0061] A primeira camada de borracha C1 que reveste os reforços têxteis 110 é uma composição de borracha convencional para calandragem de reforços têxteis, à base de borracha natural, negro de fumo, um sistema de vulcanização e os aditivos comuns; a adesão entre os retorcidos de poliamida e a camada de borracha é assegurada de modo conhecido, por exemplo, por uma simples cola têxtil tipo “RFL” (resorcinol-formaldeído-látex).

[0062] Para a fabricação desta primeira camada C1, procedeu-se de modo bem conhecido do versado na técnica, por uma operação de calandragem dos retorcidos têxteis 110 entre duas camadas de composição de borracha no estado cru (não vulcanizado) tendo cada uma espessura cerca de 0,25 mm.

[0063] Os reforços metálicos 120 e 130 são monofios de aço carbono micro-ligado (0,9% de carbono e 0,2% de Cr) tipo UHT tendo uma resistência Rm da ordem de 3650 MPa (força ruptura de 258 N), um alongamento total de 2,3%, cujo diâmetro D2, D3 é igual a 0,30 mm.

[0064] As segunda C2 e terceira C3 camadas de borracha que revestem estes monofios de aço 120, 130 são constituídas por uma composição convencional para calandragem de lonas metálicas de cinta de pneumático, tipicamente à base de borracha natural, negros de fumo, um sistema de vulcanização e aditivos comuns como sais de cobalto como promotores de adesão.

[0065] Para a fabricação destas duas camadas C2, C3, procedeu-se de modo bem conhecido do versado na técnica, por calandragem de monofios 130 entre duas camadas de composição de borracha no estado cru (não vulcanizado) tendo cada

uma espessura cerca de 0,32 mm.

[0066] A densidade d_1 dos retorcido têxteis 110 na primeira camada C1, medida na direção axial Y, é igual a cerca de 100 fios/dm, a (respectivamente d_2 e d_3) dos segundos 120 e terceiros 130 monofios de aço é igual a cerca de 160 fios/dm.

[0067] Assim, em um intervalo estendendo-se axialmente entre - 2 cm e + 2 cm de um lado e outro do plano mediano M, tem-se ainda cerca de 40 (quer 20 de um lado e outro) retorcidos têxteis 110 e cerca de 64 (quer 32 de um lado e outro) segundos 120 e terceiros 130 monofios de aço.

[0068] A espessura média medida Ez_1 de borracha separando estes retorcidos têxteis 110 dos monofios de aço 120 era igual a cerca de 0,31 mm enquanto a espessura média Ez_2 de borracha separando os monofios de aço 120 dos outros monofios de aço 130 era próxima de 0,45 mm. A espessura média total do laminado de acordo com a invenção, medida na direção radial, era igual a cerca de 2,3 mm.

[0069] Assim, neste exemplo de acordo com a invenção, nota-se que as três relações abaixo, particularmente preferenciais, são bem verificadas:

$$0,225 < Ez_1/(Ez_1 + D_1 + D_2) < 0,275$$

$$0,325 < Ez_2/(Ez_2 + D_2 + D_3) < 0,475$$

$$0,325 < (Ez_1 + Ez_2)/(Ez_1 + Ez_2 + d_1 + D_2 + D_3) < 0,425.$$

[0070] Todos os dados indicados acima D_1 , D_2 , D_3 , d_1 , d_2 , d_3 , Ez_1 e Ez_2 são valores médios medidos experimentalmente por um operador sobre fotografias de cortes radiais dos pneumáticos operadas na parte central da cinta, como indicado previamente 2 cm de um lado e outro do plano mediano M.

[0071] Os pneus de controle utilizados têm a mesma arquitetura que os pneus da invenção, exceto as características técnicas que seguem: os reforços metálicos 120, 130 são constituídos de cabos convencionais de arquitetura "2.30" de aço SHT (R_m igual a cerca de 3170 MPa; força ruptura de 450 N) constituídos de 2 fios de diâmetro 0,30 mm torcidos juntos de acordo com um passo de 14 mm; o diâmetro (espaço ocupado) destes cabos é portanto de 0,6 mm; eles são dispostos de acordo com uma densidade de cerca de 85 fios/dm; a espessura média medida Ez_1 de borracha separando os retorcidos de nylon 110 dos cabos de aço 120 era igual a cerca de 0,31

mm enquanto a espessura média medida Ez_2 de borracha separando os cabos de aço 120 era da ordem de 0,50 mm. A espessura média total do laminado, medida na direção radial, era igual a cerca de 3,0 mm.

[0072] Para a fabricação das duas camadas metálicas acima, procedeu-se de modo bem conhecido do versado na técnica, por calandragem dos cabos “2.30” entre duas camadas de composição de borracha no estado cru (não vulcanizado) tendo cada uma espessura cerca de 0,40 mm.

[0073] No compósito laminado multicamadas destes pneus de controle, pode-se notar em particular que, contrariamente ao caso da invenção, nenhuma das relações essenciais seguintes é verificada

$$0,20 < Ez_1/(Ez_1 + D1 + D2) < 0,30;$$

$$0,30 < Ez_2/(Ez_2 + D2 + D3) < 0,50.$$

B) Resultados dos testes comparativos

[0074] Quando de uma primeira série de testes realizados sobre máquinas, constatou-se em primeiro lugar que os pneus da invenção, em comparação com os pneus de controle, apresentavam:

- um ganho de peso de cerca de 11% sobre o compósito laminado multicamadas, ou seja, um ganho de peso de cerca de 2% sobre o próprio pneu;
- um ganho de resistência à rodagem de cerca de 2% (isto é, cerca de 0, 150 kg/tonelada);
- de modo inesperado, apesar desta redução do peso notável da cinta, um impulso de deriva idêntico.

[0075] A resistência à rodagem foi medida sobre um volante, de acordo com o método ISO 87-67 (1992). Para medir o impulso de deriva, levou-se cada pneumático a rodar a uma velocidade constante de 80 km/h sobre uma máquina automática apropriada (máquina tipo “solo-plano” comercializada pela empresa MTS), fazendo variar a carga notada “Z”, sob um ângulo de deriva de 1 grau, e medindo-se de modo conhecido a rigidez de curva ou impulso de deriva notada “D” (corrigido do impulso em deriva nulo), registrando através sensores o esforço transversal sobre a roda em função desta carga Z; o impulso de deriva é a inclinação na origem da curva D (Z).

[0076] Depois, testes de rodagem reais foram efetuados depois quer sobre máquina quer sobre veículo (marca “Volkswagen” tipo “Golf”) para comparar a durabilidade dos pneumáticos, controle e de acordo com a invenção, sob diferente condição de rodagem.

[0077] Em primeiro lugar, a durabilidade em rodagem em velocidade muito elevada é apreciada submetendo cada pneumático, sobre máquina, a uma subida progressiva em velocidade, segundo segmentos determinados, até uma velocidade limite previamente fixada (superior a 250 km/h) ou a eventual destruição, antes de fim do teste, dos pneus testados.

[0078] Depois a durabilidade sob uma curva muito acentuada foi avaliada por rodagem sobre veículo sobre um circuito com muitas curvas, sob condições de sobrecarga, de sub-calibragem e de acordo com diferentes ciclos de velocidades predeterminados dando acelerações transversais muito fortes, o todo durante 1.000 km; após este teste particularmente severo, cada pneu testado é descascado (por análise destrutiva) e conta-se o número de rupturas eventuais dos reforços metálicos 120, 130 nas camadas em causa C2, C3 do compósito laminado multicamadas.

[0079] Por último, a durabilidade em rodagem duração muito longa (40 000 km) sob condições muito severas foi testada igualmente, sobre máquina de rodagem automática, de acordo com diferentes ciclos predeterminados de pressão e de sobrecarga, em velocidade constante; após isto, cada pneu testado foi descascado e observou-se o estado geral do seu compósito laminado multicamadas, particularmente nas zonas dos ombros dos pneumáticos que são submetidas de modo conhecido ao mais forte aquecimento.

[0080] Depois desta segunda série de testes, observou-se que os pneus de acordo com a invenção, em comparação com os pneus de controle, possuíam de modo surpreendente para o versado na técnica:

- uma durabilidade em rodagem em elevada velocidade equivalente (nenhuma destruição constatada dos pneumáticos testados, nos dois casos);
- uma durabilidade sob uma curva muito acentuada igualmente equivalente (nenhuma ruptura constatada dos reforços metálicos, nos dois casos);

- por último, uma durabilidade em rodagem de duração muito longa melhorada sob condições de rodagem extremamente severas (de melhor aspecto do compósito laminado multicamadas de acordo com a invenção).

[0081] Assim, com a condição de respeitar o conjunto das características técnicas essenciais previamente expostas, notadamente utilizar por um lado reforços circunferenciais têxteis 110 cujo termo-encolhimento é controlado e outras partes dos reforços metálicos 120, 130 sob a forma de monofios de baixo diâmetro, nos limites de construção visados, constatou-se que era ainda possível reduzir de modo notável a espessura global das cintas de pneumáticos, sem prejudicar a implementação e diferenciação das funções por um lado da cintagem ocasionadas pelos reforços circunferenciais da primeira camada, por outro lado a rigidificação ocasionada pelos reforços metálicos das duas outras camadas.

[0082] A invenção permite de modo inesperado diminuir o peso e a resistência à rodagem dos pneumáticos de passeio ou camionete, sem prejudicar a rigidez nas curvas e, portanto, o comportamento na estrada, oferecendo ao mesmo tempo uma durabilidade em rodagem pelo menos equivalente se não melhorada, mesmo sob condições de rodagem particularmente severas.

REIVINDICAÇÕES

1. Pneumático radial (1), definindo três direções principais, circunferencial (X), axial (Y) e radial (Z), comportando uma coroa (2) encimada por uma banda de rodagem (3), dois flancos (4), dois talões (5), cada flanco (4) ligando cada talão (5) à coroa (2), uma armadura de carcaça (7) ancorada em cada um dos talões (5) e estendendo-se nos flancos (4) e na coroa (2), uma armadura de coroa ou cinta (10) estendendo-se na coroa (2) ao longo da direção circunferencial (X) e situada radialmente entre a armadura de carcaça (7) e a banda de rodagem (3), a referida cinta (10) comportando um compósito laminado multicamadas (10a, 10b, 10c) comportando, pelo menos, três camadas sobrepostas de reforços (110, 120, 130), os referidos reforços estando em cada camada unidirecionais e embutidos em uma espessura de borracha (respectivamente C1, C2, C3), com:

- lado banda de rodagem, uma primeira camada (10a) de borracha (C1) comportando uma primeira fileira de reforços (110), orientados ao longo de um ângulo alfa de -5 para +5 graus em relação à direção circunferencial (X), estes reforços (110) ditos primeiros reforços sendo de material têxtil termorretrátil;

- em contato com a primeira camada (10a) e disposta sob esta última, uma segunda camada (10b) de borracha (C2) comportando uma segunda fileira de reforços (120), orientados ao longo de um ângulo beta dado, positivo ou negativo, compreendido entre 10 e 30 graus em relação à direção circunferencial (X), estes reforços (120) ditos segundos reforços sendo reforços metálicos;

- em contato com a segunda camada (10b) e disposta sob esta última, uma terceira camada (10c) de borracha (C3) comportando uma terceira fileira de reforços (130), orientados ao longo de um ângulo gama oposta ao ângulo beta, ele mesmo compreendido entre 10 e 30 graus em relação à direção circunferencial (X), estes reforços (130) ditos terceiros reforços sendo reforços metálicos;

caracterizado pelo fato de que por um lado:

- os segundos (120) e terceiros (130) reforços consistem em monofilamentos de aço cujo diâmetro, notado respectivamente D2 e D3, está compreendido entre 0,20 mm e 0,50 mm;

e as características seguintes, medidas na parte central da cinta do pneumático no estado vulcanizado, de um lado e outro do plano mediano (M) sobre uma largura axial total de 4 cm, são verificadas:

- o diâmetro do espaço ocupado média D_1 dos primeiros reforços (110) está compreendido entre 0,40 mm e 0,70 mm;

- a densidade d_1 dos primeiros reforços (110) na primeira camada de borracha (C1), medida na direção axial (Y), está compreendida entre 70 e 130 fios/dm;

- a densidade, respectivamente d_2 e d_3 , dos segundos (120) e terceiros (130) reforços em respectivamente as segundas (C2) e terceiras (C3) camadas de borracha, medida na direção axial (Y), está compreendida entre 120 e 180 fios/dm;

- a espessura média Ez_1 de borracha separando um primeiro reforço (110) do segundo reforço (120) que está mais próximo do mesmo, medida na direção radial (Z), está compreendida entre 0,25 e 0,40 mm;

- a espessura média Ez_2 de borracha separando um segundo reforço (120) do terceiro reforço (130) que está mais próximo do mesmo, medida na direção radial (Z), está compreendida entre 0,35 e 0,60 mm;

e em que, por outro lado, as relações seguintes são verificadas:

$$(1) CT < 7,5\%$$

$$(2) 0,20 < Ez_1 / (Ez_1 + D_1 + D_2) < 0,30$$

$$(3) 0,30 < Ez_2 / (Ez_2 + D_2 + D_3) < 0,50$$

CT sendo a contração térmica dos primeiros reforços (110) de material têxtil termorretrátil, após 2 min a 185°C.

2. Pneumático de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os diâmetros D_2 e D_3 são cada um superiores a 0,25 mm e inferiores a 0,40 mm.

3. Pneumático de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que o diâmetro D_1 está compreendido entre 0,45 mm e 0,65 mm.

4. Pneumático de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, caracterizado pelo fato de que a densidade d_1 está compreendida entre 80 e 120 fios/dm.

5. Pneumático de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4,

caracterizado pelo fato de que as densidades d_2 e d_3 estão cada uma compreendida entre 130 e 170 fios/dm.

6. Pneumático de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que a espessura Ez_1 está compreendida entre 0,25 e 0,35 mm.

7. Pneumático de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 6, caracterizado pelo fato de que a espessura Ez_2 está compreendida entre 0,35 e 0,55 mm.

8. Pneumático de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 7, caracterizado pelo fato de que a contração térmica CT é inferior a 3,5%.

9. Pneumático de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 8, caracterizado pelo fato de que:

$$0,225 < Ez_1 / (Ez_1 + D1 + D2) < 0,275.$$

10. Pneumático de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 9, caracterizado pelo fato de que:

$$0,325 < Ez_2 / (Ez_2 + D2 + D3) < 0,475.$$

11. Pneumático de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 10, caracterizado pelo fato de que

$$0,325 < (Ez_1 + Ez_2) / (Ez_1 + Ez_2 + D1 + D2 + D3) < 0,425.$$

12. Pneumático de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 11, caracterizado pelo fato de que o aço constitutivo dos segundos (120) e terceiros (130) reforços é um aço carbono.

13. Pneumático de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 12, caracterizado pelo fato de que o material têxtil termorretrátil é um poliéster.

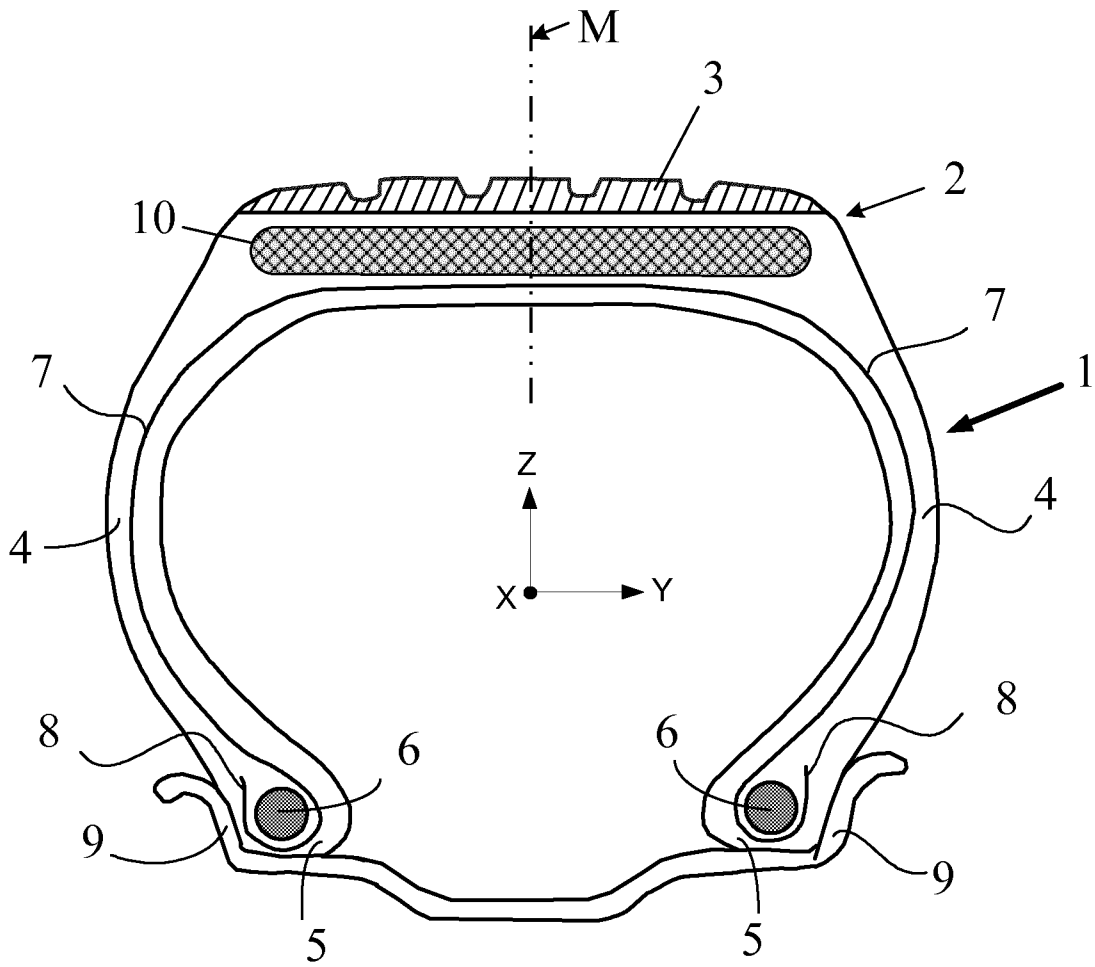
Fig. 1

Fig. 2