

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

(21) **PI0612387-2 A2**

(22) Data de Depósito: 28/06/2006
(43) Data da Publicação: 22/02/2011
(RPI 2094)



* B R P I 0 6 1 2 3 8 7 A 2 *

(51) *Int.Cl.:*
B60C 9/22
B60C 9/20

(54) Título: **PNEUMÁTICO COM ARMADURA DE CARÇAÇA RADIAL**

(30) Prioridade Unionista: 30/06/2005 FR 0506760

(73) Titular(es): MICHELIN RECHERCHE ET TECHNIQUE S.A.,
SOCIÉTÉ DE TECHNOLOGIE MICHELIN

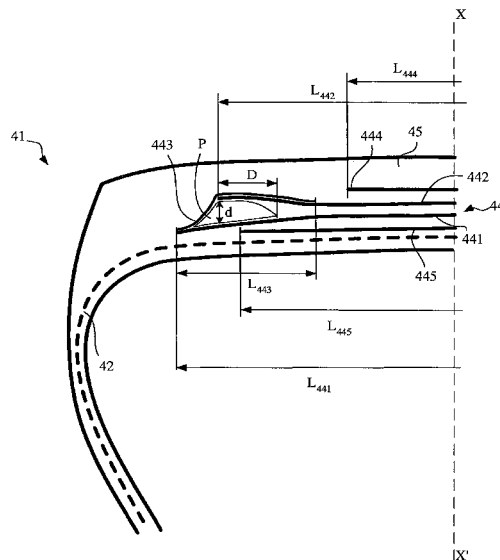
(72) Inventor(es): GAËLLE NETZER, JEAN COUE

(74) Procurador(es): Momsen, Leonardos & CIA.

(86) Pedido Internacional: PCT EP2006063655 de 28/06/2006

(87) Publicação Internacional: WO 2007/003559 de 11/01/2007

(57) **Resumo:** PNEUMÁTICO COM ARMADURA DE CARÇAÇA RADIAL. Pneumático (41) com armadura de carcaça radial compreendendo uma armadura de ápice (44) formada de pelo menos duas camadas de ápice de trabalho (441,442) de elementos de reforço inextensíveis, cruzados de uma lona à outra formando, com a direção circunferencial, ângulos compreendidos entre 10° e 45°, ela mesma coberta radialmente com uma banda de rodagem (45), sendo que a camada de ápice de trabalho axialmente mais larga é radialmente interior às outras camadas de ápice de trabalho, sendo que o pneumático compreende adicionalmente em cada ombro pelo menos uma camada (443) de elementos de reforço orientados radialmente, sendo que a extremidade axialmente interior da referida camada adicional (443) é radialmente adjacente à borda da camada de ápice de trabalho radialmente exterior (442), e pelo menos uma parte da referida camada adicional é adjacente à borda da camada de ápice de trabalho axialmente mais larga (441), sendo que a relação do módulo de elasticidade de uma camada P relativamente ao módulo de elasticidade da camada de calandragem da camada de trabalho adjacente à camada adicional está compreendida entre 0,5 e 1, sendo que a extremidade axialmente exterior da referida camada P encontra-se axialmente entre as extremidades das camadas de ápice de trabalho axialmente menos larga e mais larga.



“PNEUMÁTICO COM ARMADURA DE CARÇAÇA RADIAL”

A presente invenção se refere a um pneumático com armadura de carcaça radial e mais especialmente a um pneumático destinado a equipar veículos que levam cargas pesadas e que rodam em velocidade constante, tais como, por exemplo os caminhões, tratores, reboques ou ônibus rodoviários.

A armadura de reforço ou reforço dos pneumáticos e notadamente dos pneumáticos de veículos de tipo veículos pesados é atualmente – e na maior parte das vezes – constituída por um empilhamento de uma ou várias lonas designadas classicamente “lonas de carcaça”, “lonas de topo”, etc. Esse modo de designar as armaduras de reforço provém do processo de fabricação, que consiste em realizar uma série de produtos semi-acabados em forma de lonas, providas de reforços filares com frequência longitudinais, que são em seguida unidas ou empilhadas a fim de confeccionar um esboço de pneumático. As lonas são realizadas no plano, com grandes dimensões, e são em seguida cortadas em função das dimensões de um produto dado. A união das lonas é também realizada, em um primeiro tempo, sensivelmente no plano. O esboço assim realizado é em seguida conformado para adotar o perfil toroidal típico dos pneumáticos. Os produtos semi-acabados ditos “de acabamento” são em seguida aplicados sobre o esboço, para obter um produto pronto para a vulcanização.

Um tal tipo de processo “clássico” implica, em especial para a fase de fabricação do esboço do pneumático, a utilização de um elemento de ancoragem (geralmente um cordonel), utilizado para realizar a ancoragem ou a retenção da armadura de carcaça na zona dos frisos do pneumático. Assim, para esse tipo de processo, é efetuado um reviramento de uma porção de todas as lonas que compõem a armadura de carcaça (ou de uma parte somente) em torno de um cordonel disposto no friso do pneumático. Cria-se desse modo uma ancoragem da armadura de carcaça no friso.

A generalização na indústria desse tipo de processo clássico,

apesar de numerosas variantes no modo de realizar as lonas e as uniões, levou o profissional a utilizar um vocabulário calcado no processo; daí a terminologia geralmente admitida, que compreende notadamente os termos “lonas”, “carcaça”, “cordonel”, “conformação” para designar a passagem de
5 um perfil plano a um perfil toroidal, etc.

Existem hoje em dia pneumáticos que não compreendem propriamente falando “lonas” ou “cordoneis” de acordo com as definições precedentes. Por exemplo, o documento EP 0 582 196 descreve pneumáticos fabricados sem o auxílio de produtos semi-acabados sob a forma de lonas. Por
10 exemplo, os elementos de reforço das diferentes estruturas de reforço são aplicados diretamente sobre as camadas adjacentes de misturas borrachosas, tudo sendo aplicado por camadas sucessivas em um núcleo toroidal do qual a forma permite obter diretamente um perfil que se aparenta ao perfil final do pneumático em decorrer de fabricação. Assim, nesse caso, não são mais
15 encontrados “semi-acabados”, nem “lonas”, nem “cordonel”. Os produtos de base tais como as misturas borrachosas e os elementos de reforço sob a forma de fios ou filamentos, são diretamente aplicados no núcleo. Esse núcleo tendo uma forma toroidal, não é mais necessário formar o esboço para passar de um perfil plano a um perfil sob a forma de toro.

Por outro lado, os pneumáticos descritos nesse documento não dispõem do “tradicional” reviramento de lona de carcaça em torno de um cordonel. Esse tipo de ancoragem é substituído por uma disposição na qual
20 são dispostos de modo adjacente à dita estrutura de reforço de flanco fios circunferenciais, tudo sendo embutido em uma mistura borrachosa de ancoragem ou de ligação.

Existem também processos de montagem em núcleo toroidal que utilizam produtos semi-acabados especialmente adaptados para uma colocação rápida, eficaz e simples em um núcleo central. Finalmente, é também possível utilizar um misto que compreende ao mesmo tempo certos

produtos semi-acabados para realizar certos aspectos arquiteturais (tais como lonas, cordonéis, etc.), enquanto que outros são realizados a partir da aplicação direta de misturas e/ou de elemento de reforço.

No presente documento, a fim de levar em consideração as evoluções tecnológicas recentes tanto no domínio da fabricação quanto para a concepção de produtos, os termos clássicos tais como “lonas”, “cordonéis”, etc. são vantajosamente substituídos por termos neutros ou independentes do tipo de processo utilizado. Assim, o termo “reforço de tipo carcaça” ou “reforço de flanco” é válido para designar os elementos de reforço de uma lona de carcaça no processo clássico, e os elementos de reforço correspondentes, em geral aplicados ao nível dos flancos, de um pneumático produzido de acordo com um processo semi-acabados. O termo “zona de ancoragem” por sua parte, pode designar tanto o “tradicional” reviramento de lona de carcaça em torno de um cordonel de um processo clássico, quanto o conjunto formado pelos elementos de reforço circunferenciais, a mistura borrachosa e as porções adjacentes de reforço de flanco de uma zona baixa realizada com um processo com aplicação em um núcleo toroidal.

De uma maneira geral nos pneumáticos de tipo veículos pesados, a armadura de carcaça é ancorada de um lado e de outro na zona do friso e é encimada radialmente por uma armadura de topo constituída por pelo menos duas camadas, superpostas e formadas por fios ou cabos paralelos em cada camada. Ela pode também compreender uma camada de fios ou cabos metálicos de pequena extensibilidade que formam com a direção circunferencial um ângulo compreendido entre 45° e 90° , essa lona, dita de triangulação, sendo radialmente situada entre a armadura de carcaça e a primeira lona de topo dita de trabalho, formadas por fios ou cabos paralelos que apresentam ângulos no máximo iguais a 45° em valor absoluto. A lona de triangulação forma com pelo menos a dita lona de trabalho uma armadura triangulada, que apresenta, sob as diferentes tensões que ela sofre, poucas

deformações, a lona de triangulação tendo como papel essencial compensar os esforços de compressão transversal dos quais é o objeto o conjunto dos elementos de reforço na zona do topo do pneumático.

5 A armadura de topo compreende pelo menos uma camada de trabalho; quando a dita armadura de topo compreende pelo menos duas camadas de trabalho, essas últimas são formadas por elementos de reforço metálicos inextensíveis, paralelos entre si em cada camada e cruzados de uma camada para a seguinte formando assim com a direção circunferencial ângulos compreendidos entre 10° e 45°. As ditas camadas de trabalho, que
10 formam a armadura de trabalho, podem ainda ser recobertas por pelo menos uma camada dita de proteção e que é formada por elementos de reforço vantajosamente metálicos e extensíveis, ditos elásticos.

No caso dos pneumáticos para “Veículos Pesados”, uma só camada de proteção está habitualmente presente e seus elementos de proteção
15 são, na maior parte dos casos, orientados na mesma direção e com o mesmo ângulo em valor absoluto que aqueles dos elementos de reforço da camada de trabalho que está radialmente mais no exterior e portanto radialmente adjacente. No caso de pneumáticos de Engenharia Civil destinados às rodagens em solos mais ou menos acidentados, a presença de duas camadas
20 de proteção é vantajosa, os elementos de reforço sendo cruzados de uma camada para a seguinte e os elementos de reforço da camada de proteção radialmente interior sendo cruzados com os elementos de reforço inextensíveis da camada de trabalho radialmente exterior e adjacente à dita camada de proteção radialmente interior.

25 Cabos são ditos inextensíveis quando os ditos cabos apresentam sob uma força de tração igual a 10% da força de ruptura um alongamento relativo no máximo igual a 0,2%.

Cabos são ditos elásticos quando os ditos cabos apresentam sob uma força de tração igual à carga de ruptura um alongamento relativo

pelo menos igual a 4%.

A direção circunferencial do pneumático, ou direção longitudinal, é a direção que corresponde à periferia do pneumático e que é definida pela direção de rodagem do pneumático.

5 A direção transversal ou axial do pneumático é paralela ao eixo de rotação do pneumático.

A direção radial é uma direção que corta o eixo de rotação do pneumático e que é perpendicular a esse último.

10 O eixo de rotação do pneumático é o eixo em torno do qual ele gira em utilização normal.

Um plano radial ou meridiano é um plano que contém o eixo de rotação do pneumático.

15 O plano mediano circunferencial, ou plano equatorial, é um plano perpendicular ao eixo de rotação do pneu e que divide o pneumático em duas metades.

20 Certos pneumáticos atuais, ditos, “de estrada”, são destinados a rodar em grande velocidade e em trajetos cada vez maiores, devido à melhoria da rede rodoviária e ao crescimento da rede de auto-estradas no mundo. O conjunto das condições, sob as quais um tal pneumático é solicitado a rodar, permite sem nenhuma dúvida um aumento do número de quilômetros percorridos, o desgaste do pneumático sendo menor; em contrapartida a resistência desse último e em especial da armadura de topo é prejudicada.

25 Existem de fato tensões ao nível da armadura de topo e mais especialmente tensões de cisalhamento entre as camadas de topo, aliadas a uma elevação não desprezível da temperatura de funcionamento ao nível das extremidades da camada de topo que é axialmente a mais curta, que têm como consequência o aparecimento e a propagação de fissuras da goma ao nível das ditas extremidades.

A fim de melhorar a resistência da armadura de topo do tipo de pneumático estudado, soluções relativas à estrutura e qualidade das camadas e/ou perfilados de misturas borrachosas que são dispostos entre e/ou em torno das extremidades de lonas e mais especialmente das extremidades da lona que é axialmente a mais curta já foram trazidas.

A patente FR 1 389 428, para melhorar a resistência à degradação das misturas de borracha situadas na proximidade das bordas da armadura de topo, preconiza a utilização, em combinação com uma banda de rodagem de pequena histerese, de um perfilado de borracha que cobre pelo menos os lados e as bordas marginais da armadura de topo e que é constituído por uma mistura borrachosa de pequena histerese.

A patente FR 2 222 232, para evitar as separações entre lonas de armadura de topo, ensina envolver as extremidades da armadura em um colchão de borracha, do qual a dureza Shore A é diferente daquela da banda de rodagem que encima a dita armadura, e maior do que a dureza Shore A do perfilado de mistura borrachosa disposto entre as bordas das lonas de armadura de topo e armadura de carcaça.

O pedido francês FR 2 728 510 propõe dispor, por um lado entre a armadura de carcaça e a lona de trabalho de armadura de topo, que está radialmente a mais próxima do eixo de rotação, uma lona axialmente contínua, formada por cabos metálicos inextensíveis que formam com a direção circunferencial um ângulo pelo menos igual a 60° , e cuja largura axial é pelo menos igual à largura axial da lona de topo de trabalho mais curta, e por outro lado entre as duas lonas de topo de trabalho uma lona adicional formada por elementos metálicos, orientados sensivelmente paralelamente à direção circunferencial.

As rodagens prolongadas dos pneumáticos assim construídos fizeram aparecer rupturas de fadiga dos cabos da lona adicional e mais especialmente das bordas da dita lona, que a lona dita de triangulação esteja

presente ou não.

Para corrigir tais inconvenientes e melhorar a resistência da armadura de topo desses pneumáticos, o pedido francês WO 99/24269 propõe, de um lado e de outro do plano equatorial e no prolongamento axial imediato da lona adicional de elementos de reforço sensivelmente paralelos à direção circunferencial, juntar, em uma certa distância axial, as duas lonas de topo de trabalho formadas por elementos de reforço cruzados de uma lona para a seguinte para em seguida separar as mesmas com perfilados de mistura de borracha pelo menos no restante da largura comum às ditas duas lonas de trabalho.

Um objetivo da invenção é fornecer pneumáticos para “Veículos Pesados” cujos desempenhos de resistência são ainda mais melhorados em relação aos pneumáticos usuais.

Esse objetivo é atingido de acordo com a invenção por um pneumático com armadura de carcaça radial que compreende uma armadura de topo formada por pelo menos duas camadas de topo de trabalho de elementos de reforço inextensíveis, cruzados de uma lona para a outra formando assim com a direção circunferencial ângulos compreendidos entre 10° e 45° , ela própria coberta radialmente por uma banda de rodagem, a dita banda de rodagem sendo reunida a dois frisos por intermédio de dois flancos, o pneumático compreendendo adicionalmente em cada ombro pelo menos uma camada de elementos de reforço orientados circunferencialmente e que apresentam uma ondulação, a extremidade axialmente interior da dita camada adicional sendo radialmente adjacente à borda de uma camada de topo de trabalho, pelo menos uma parte da dita camada adicional sendo radialmente e/ou axialmente adjacente à borda da camada de topo de trabalho que é axialmente a mais larga, uma camada P de misturas borrachosas coesivas sendo disposta entre pelo menos uma parte das camadas de topo de trabalho, a extremidade axialmente exterior da camada P estando axialmente entre as

extremidades das camadas de topo de trabalho que são axialmente as menos larga e mais larga, a relação do módulo de elasticidade da camada P sobre o módulo de elasticidades da camada de calandragem da camada de trabalho adjacente à camada adicional sendo compreendida entre 0.5 e 1.

5 A camada de calandragem considerada é a camada de borracha que separa os elementos de reforço da camada de trabalho da camada P.

Entende-se por “módulo de elasticidade” de uma mistura borrachosa, um módulo secante de extensão a 10% de deformação e em temperatura ambiente.

10 As medições de módulo são efetuadas em tração de acordo com a norma AFNOR-NFT-46002 de setembro de 1988: mede-se em segunda alongação (i.e., depois de um ciclo de acomodação) o módulo secante nominal (ou tensão aparente, em MPa) a 10% de alongamento (condições normais de temperatura e de higrometria de acordo com a norma AFNOR-
15 NFT-40101 de dezembro de 1979).

De acordo com uma realização preferida da invenção, os elementos de reforço da camada adicional apresentam uma ondulação de comprimento de onda λ compreendida entre 10 e 50 mm.

Ainda de preferência, os elementos de reforço da camada
20 adicional apresentam uma ondulação de amplitude a compreendida entre 2 e 10 mm.

Uma realização vantajosa da invenção prevê que a extremidade axialmente interior da dita camada adicional é radialmente adjacente à borda da camada de topo de trabalho radialmente exterior.

25 Vantajosamente ainda, a extremidade axialmente interior da dita camada adicional é radialmente exterior à borda da camada de topo de trabalho radialmente exterior.

Elementos de reforço orientados circunferencialmente e que apresentam uma ondulação são elementos de reforço que apresentam uma

orientação principal que forma com a direção circunferencial ângulos compreendidos no intervalo $+2,5^\circ$, $-2,5^\circ$ em torno de 0° , e que ondulam em torno dessa orientação principal.

5 As larguras axiais das camadas de elementos de reforço ou posições axiais das extremidades das ditas camadas são medidas em um corte transversal de um pneumático, o pneumático estando portanto em um estado não inflado.

10 Os ensaios realizados com pneumáticos assim definidos de acordo com a invenção colocaram em evidência que os desempenhos em termo de resistência do pneumático são melhorados em relação a pneumáticos de concepção mais tradicional que não compreendem as camadas adicionais combinadas com a presença de uma camada P tais como descritas de acordo com a invenção. Uma interpretação desses resultados pode ser constatar que a camada adicional, e mais exatamente os elementos de reforço da camada
15 adicional, permite ao mesmo tempo diminuir o aparecimento de fissuras e limitar a propagação de eventuais inícios de tais fissuras na extremidade da camada de trabalho à qual ela é adjacente. Uma tal ação pode eventualmente estar por um lado ligada a uma compensação local dos esforços, inicialmente suportados pelas camadas de trabalho, pela camada adicional devido a sua
20 orientação principal de acordo com uma direção circunferencial e por outro lado a consequência de um reforço das massas borrachosas de calandragem da camada adicional devido á ondulação dos ditos elementos de reforço da camada adicional. Parece por outro lado que esses efeitos das camadas adicionais sejam favorecidos pela presença da camada P de acordo com a
25 invenção que cria uma separação das camadas de topo de trabalho, que contribui também em si para a melhoria da resistência do pneumático.

É preciso entender por lonas unidas lonas das quais os elementos de reforço respectivos são separados radialmente de no máximo 1,5 mm, a dita espessura de borracha sendo medida radialmente entre as

geratrizes respectivamente superior e inferior dos ditos elementos de reforço.

De acordo com a invenção, a relação dos módulos de elasticidades prevista contribui para a obtenção de uma separação das camadas de trabalho com uma menos dissipação térmica e portanto aquecimentos menores nessa zona do pneumático.

O dimensionamento da camada P de acordo com a invenção é tal para que uma união possa aparecer entre a camada adicional e a borda da camada de topo de trabalho que é axialmente a mais larga. A invenção prevê assim vantajosamente que a extremidade axialmente exterior da camada P é situada a uma distância do plano equatorial do pneumático inferior ou igual à distância que separa do dito plano a extremidade da camada de topo de trabalho que é axialmente a mais larga.

De preferência ainda, a largura axial D da camada P compreendida entre a extremidade axialmente interior da dita camada P e a extremidade da lona de topo de trabalho que é axialmente a menos larga é tal que:

$$3.\phi_2 \leq D \leq 20.\phi_2$$

com ϕ_2 , diâmetro dos elementos de reforço da lona de topo de trabalho que é axialmente a menos larga. Uma tal relação define uma zona de compromisso entre a camada P de misturas borrachosas e a lona de trabalho que é axialmente a menos larga. Um tal compromisso abaixo de um valor igual a três vezes o diâmetro dos elementos de reforço da lona de trabalho radialmente exterior pode não ser suficiente para obter uma separação das lonas de trabalho para notadamente obter uma atenuação das solicitações na extremidade da lona de trabalho que é axialmente a menos larga. Um valor desse compromisso superior a vinte vezes o diâmetro dos elementos de reforço da lona de trabalho que é axialmente a menos larga pode levar a uma diminuição muito grande da rigidez de deriva da armadura de topo do pneumático.

De preferência, a largura axial D da camada de mistura borrachosa coesiva P compreendida entre a extremidade axialmente interior da dita camada de mistura borrachosa coesiva P e a extremidade axialmente exterior da camada de topo de trabalho que é axialmente a menos larga é superior a 5 mm.

A invenção prevê ainda de preferência que a camada P, na extremidade axialmente exterior da lona de topo de trabalho que é axialmente a menos larga, apresente uma espessura tal que a distância radial d entre as duas lonas de topo de trabalho, separadas pela dita camada P, verifique a relação:

$$3/5.\phi_2 < d < 5.\phi_2$$

com ϕ_2 , diâmetro dos elementos de reforço da lona de topo de trabalho que é axialmente a menos larga.

A distância d é medida de cabo a cabo, quer dizer entre o cabo de uma primeira lona de trabalho e o cabo de uma segunda lona de trabalho. Em outros termos, essa distância d engloba a espessura da camada P e as espessuras respectivas das misturas borrachosas de calandragem, radialmente exterior aos cabos da lona de trabalho radialmente interior e radialmente interior aos cabos da lona de trabalho radialmente exterior.

As diferentes medições de espessura são efetuadas em um corte transversal de um pneumático, o pneumático estando portanto em um estado não inflado.

De acordo com uma realização vantajosa da invenção, a camada de topo de trabalho que é axialmente a mais larga é radialmente interior às outras camadas de topo de trabalho.

De acordo com um modo de realização preferido da invenção, a diferença entre a largura axial da camada de topo de trabalho que é axialmente a mais larga e a largura axial da camada de topo de trabalho que é axialmente a menos larga está compreendida entre 5 e 30 mm.

De acordo com uma variante de realização vantajosa da invenção, o ângulo formado com a direção circunferencial pelos elementos de reforço das camadas de topo de trabalho é inferior a 30° e de preferência inferior a 25° .

5 De acordo com uma variante de realização da invenção, as camadas de topo de trabalho compreendem elementos de reforço, cruzados de uma lona para a outra, que formam com a direção circunferencial ângulos variáveis de acordo com a direção axial, os ditos ângulos sendo superiores nas bordas axialmente exteriores das camadas de elementos de reforço em relação
10 aos ângulos dos ditos elementos medidos ao nível do plano mediano circunferencial. Uma tal realização da invenção permite aumentar a rigidez circunferencial em certas zonas e ao contrário diminuir a mesma em outras, notadamente para diminuir as colocações em compressão da armadura de carcaça.

15 Uma realização preferida da invenção prevê ainda que a armadura de topo é completada radialmente no exterior por pelo menos uma camada suplementar, dita de proteção, de elementos de reforço ditos elásticos, orientados em relação à direção circunferencial com um ângulo compreendido entre 10° e 45° e de mesmo sentido que o ângulo formado pelos elementos
20 inextensíveis da camada de trabalho que lhe é radialmente adjacente.

A camada de proteção pode ter uma largura axial inferior à largura axial da camada de trabalho menos larga. A dita camada de proteção pode também ter uma largura axial superior à largura axial da camada de trabalho menos larga, tal que ela recobre as bordas da camada de trabalho
25 menos larga. A camada de proteção formada por elementos de reforço elásticos pode, no último caso citado acima, ser por um lado eventualmente separada das bordas da dita camada de trabalho menos larga por perfilados, e ter por outro lado uma largura axial inferior ou superior à largura axial da camada de topo mais larga.

Quando a camada de proteção é axialmente mais estreita do que a camada de topo de trabalho radialmente exterior, a invenção prevê vantajosamente que a borda da camada de proteção é radialmente adjacente e de preferência radialmente exterior a pelo menos a borda axialmente interior da camada adicional.

Em comparação com as variantes precedentes da invenção, para obter uma tal realização da invenção, de acordo com a qual a borda da camada de proteção é radialmente adjacente e exterior à camada adicional, ou a extremidade da camada de proteção está axialmente mais no exterior, ou a extremidade axialmente interior da camada adicional está axialmente mais no interior. Em outros termos, ou a camada de proteção é axialmente mais larga, ou a camada adicional é axialmente mais larga sendo para isso alongada axialmente para o interior.

De acordo com um qualquer dos modos de realização da invenção evocado precedentemente, a armadura de topo pode ainda ser completada, por exemplo radialmente entre a armadura de carcaça e a camada de trabalho que está radialmente mais no interior, por uma camada de triangulação constituída por elementos de reforço inextensíveis que formam, com a direção circunferencial, um ângulo superior a 40° e de preferência de mesmo sentido que aquele do ângulo formado pelos elementos de reforço da camada radialmente mais próxima da armadura de carcaça.

De acordo com uma primeira variante de realização da invenção, os elementos de reforço da camada adicional são elementos de reforço metálicos.

De acordo com uma outra variante de realização da invenção, os elementos de reforço da camada adicional são elementos de reforço têxteis.

Um modo de realização vantajoso da invenção prevê que a armadura de topo do pneumático compreende por outro lado pelo menos uma camada contínua de elementos de reforço circunferenciais dos quais a largura

axial é de preferência inferior à largura axial da camada de topo de trabalho que é axialmente a mais larga.

As larguras axiais das camadas contínuas de elementos de reforço são medidas em um corte transversal de um pneumático, o pneumático estando em um estado não inflado.

A presença no pneumático de acordo com a invenção de pelo menos uma camada contínua de elementos de reforço circunferenciais pode permitir contribuir para a obtenção de raios de curvaturas axiais quase infinitos das diferentes camadas de reforço em uma zona centrada no plano mediano circunferencial, o que contribui para os desempenhos de resistência do pneumático.

De acordo com um modo de realização vantajoso da invenção, os elementos de reforço de pelo menos uma camada contínua de elementos de reforço circunferenciais são elementos de reforço metálicos que apresentam um módulo secante a 0,7% de alongamento compreendido entre 10 e 120 GPa e um módulo tangente máximo inferior a 150 GPa.

De acordo com uma realização preferida, o módulo secante dos elementos de reforço a 0,7% de alongamento é inferior a 100 GPa e superior a 20 GPa, de preferência compreendido entre 30 e 90 GPa e mais de preferência inferior a 80 GPa.

De preferência também, o módulo tangente máximo dos elementos de reforço é inferior a 130 GPa e mais de preferência inferior a 120 GPa.

Os módulos expressos acima são medidos em uma curva de tensão de tração em função do alongamento determinada com uma tensão prévia de 20 MPa levada à seção de metal do elemento de reforço, a tensão de tração correspondendo a uma tensão medida levada à seção de metal do elemento de reforço.

Os módulos dos mesmos elementos de reforço podem ser

medidos em uma curva de tensão de tração em função do alongamento determinada com uma tensão prévia de 10 MPa levada à seção global do elemento de reforço, a tensão de tração correspondendo a uma tensão medida levada à seção global do elemento de reforço. A seção global do elemento de reforço é a seção de um elemento compósito constituído de metal e de borra-
5 ca, essa última tendo notadamente penetrado o elemento de reforço durante a fase de cozimento do pneumático.

De acordo com essa formulação relativa à seção global do elemento de reforço, os elementos de reforço de pelo menos uma camada de elementos de reforço circunferenciais são elementos de reforço metálicos que
10 apresentam um módulo secante a 0,7% de alongamento compreendido entre 5 e 60 GPa e um módulo tangente máximo inferior a 75 GPa.

De acordo com uma realização preferida, o módulo secante dos elementos de reforço a 0,7% de alongamento é inferior a 50 GPa e superior a 10 GPa, de preferência compreendido entre 15 e 45 GPa e mais de preferência inferior a 40 GPa.
15

De preferência também, o módulo tangente máximo dos elementos de reforço é inferior a 65 GPa e mais de preferência inferior a 60 GPa.

De acordo com um modo de realização preferido, os elementos de reforço de pelo menos uma camada contínua de elementos de reforço circunferenciais são elementos de reforço metálicos que apresentam uma curva de tensão de tração em função do alongamento relativo que tem pequenas inclinações para pequenos alongamentos e uma inclinação
20 sensivelmente constante e grande para os alongamentos superiores. Tais elementos de reforço da camada contínua de elementos de reforço circunferenciais são habitualmente denominados elementos “bi-módulo”.
25

De acordo com uma realização preferida da invenção, a inclinação sensivelmente constante e grande aparece a partir de um

alongamento relativo compreendido entre 0,1% e 0,5%.

As diferentes características dos elementos de reforço enunciadas acima são medidas em elementos de reforço retirados em pneumáticos.

5 Elementos de reforço mais especialmente adaptados à realização de pelo menos uma camada contínua de elementos de reforço circunferenciais de acordo com a invenção são por exemplo montagens de fórmula 21.23, cuja construção é $3 \times (0.26+6 \times 0.23) 4.4/6.6$ SS; esse cabo de cordões é constituído por 21 fios elementares de fórmula $3 \times (1+6)$, com 3
10 cordões torcidos juntos cada um deles constituído por 7 fios, um fio que forma uma alma central de diâmetro igual a 26/100 mm e 6 fios enrolados de diâmetro igual a 23/100 mm. Um tal cabo apresenta um módulo secante a 0,7% igual a 45 GPa e um módulo tangente máximo igual a 98 GPa, medidos em uma curva de tensão de tração em função do alongamento determinada
15 com uma tensão prévia de 20 MPa levada à seção de metal do elemento de reforço, a tensão de tração correspondendo a uma tensão medida levada à seção de metal do elemento de reforço. Em uma curva de tensão de tração em função do alongamento determinada com uma tensão prévia de 10 MPa levada à seção global do elemento de reforço, a tensão de tração
20 correspondendo a uma tensão medida levada à seção global do elemento de reforço, esse cabo de fórmula 21.23 apresenta um módulo secante a 0,7% igual a 23 GPa e um módulo tangente máximo igual a 49 GPa.

Do mesmo modo, um outro exemplo de elementos de reforço é uma montagem de fórmula 21.28, cuja construção é $3 \times (0.32+6 \times 0.28) 6.2/9.3$
25 SS. Esse cabo apresenta um módulo secante a 0,7% igual a 56 GPa e um módulo tangente máximo igual a 102 GPa, medidos em uma curva de tensão de tração em função do alongamento determinada com uma tensão prévia de 20 MPa levada à seção de metal do elemento de reforço, a tensão de tração correspondendo a uma tensão medida levada à seção de metal do elemento de

reforço. Em uma curva de tensão de tração em função do alongamento determinada com uma tensão prévia de 10 MPa levada à seção global do elemento de reforço, a tensão de tração correspondendo a uma tensão medida levada à seção global do elemento de reforço, esse cabo de fórmula 21.28 apresenta um módulo secante a 0,7% igual a 27 GPa e um módulo tangente máximo igual a 49 GPa.

A utilização de tais elementos de reforço em pelo menos uma camada contínua de elementos de reforço circunferenciais permite notadamente conservar rigidezes da camada satisfatórias inclusive depois das etapas de conformação e de cozimento em processos de fabricação usuais.

De acordo com um segundo modo de realização da invenção, os elementos de reforço circunferenciais de uma camada contínua podem ser formados por elementos metálicos inextensíveis e cortados de maneira a formar segmentos de comprimento muito inferior à circunferência da camada menos longa, mas preferencialmente superior a 0,1 vez a dita circunferência, os cortes entre segmentos sendo axialmente deslocados uns em relação aos outros. Ainda de preferência, o módulo de elasticidade na tração por unidade de largura da camada contínua de elementos de reforço circunferenciais é inferior ao módulo de elasticidade na tração, medido nas mesmas condições, da camada de topo de trabalho que é a mais extensível. Um tal modo de realização permite conferir, de maneira simples, à camada contínua de elementos de reforço circunferenciais um módulo que pode facilmente ser ajustado (pela escolha dos intervalos entre segmentos de uma mesma fileira), mas em todos os casos menor do que o módulo da camada constituída pelos mesmos elementos metálicos mas contínuos, o módulo da camada contínua de elementos de reforço circunferenciais sendo medido em uma camada vulcanizada de elementos cortados, retirada no pneumático.

De acordo com um terceiro modo de realização da invenção, os elementos de reforço circunferenciais de uma camada contínua são

elementos metálicos ondulados, a relação a/λ da amplitude de ondulação sobre o comprimento de onda sendo no máximo igual a 0,09. De preferência, o módulo de elasticidade na tração por unidade de largura da camada contínua de elementos de reforço circunferenciais é inferior ao módulo de elasticidade na tração, medido nas mesmas condições, da camada de topo de trabalho que é a mais extensível.

Os elementos metálicos são preferencialmente cabos de aço.

De acordo com uma variante de realização da invenção, pelo menos uma camada contínua de elementos circunferenciais é disposta radialmente entre duas camadas de topo de trabalho.

De acordo com essa última variante de realização, a camada contínua de elementos de reforço circunferenciais permite limitar de maneira mais importante as colocações em compressão dos elementos de reforço da armadura de carcaça do que uma camada semelhante colocada radialmente no exterior das outras camadas de topo de trabalho. Ela é preferivelmente radialmente separada da armadura de carcaça por pelo menos uma camada de trabalho de modo a limitar as solicitações dos ditos elementos de reforço e não fatigá-los demais.

Vantajosamente ainda no caso de uma camada contínua de elementos de reforço circunferenciais disposta radialmente entre duas camadas de topo de trabalho, as larguras axiais das camadas de topo de trabalho radialmente adjacentes à camada de elementos de reforço circunferenciais são superiores à largura axial da dita camada de elementos de reforço circunferenciais.

Outros detalhes e características vantajosos da invenção se destacarão abaixo da descrição dos exemplos de realização da invenção em referência às figuras 1 a 6 que representam:

- figura 1, uma vista meridiana de um esquema de um pneumático de acordo com um modo de realização da invenção,

- figura 2, uma vista meridiana de um esquema de um pneumático de acordo com um segundo modo de realização da invenção,

- figura 3, uma vista meridiana de um esquema de um pneumático de acordo com um terceiro modo de realização da invenção,

5 - figura 4, uma vista meridiana de um esquema de um pneumático de acordo com um quarto modo de realização da invenção,

- figura 5, uma vista meridiana de um esquema de um pneumático de acordo com um quinto modo de realização da invenção,

10 - figura 6, uma vista meridiana de um esquema de um pneumático de acordo com um sexto modo de realização da invenção.

As figuras não estão representadas na escala para simplificar a compreensão das mesmas. As figuras só representam uma meia-vista de um pneumático que se prolonga de maneira simétrica em relação ao eixo XX' que representa o plano mediano circunferencial, ou plano equatorial, de um pneumático.

15 Na figura 1, o pneumático 1, de dimensão 315/80 R 22.5 X, tem uma relação de forma H/S igual a 0,80, H sendo a altura do pneumático 1 em seu aro de montagem e S sua largura axial máxima. O dito pneumático 1 compreende uma armadura de carcaça radial 2 ancorada em dois frisos, não representados na figura. A armadura de carcaça é formada por uma só camada de cabos metálicos. Essa armadura de carcaça 2 é guarnecida por uma armadura de topo 4, formada radialmente do interior para o exterior:

20 - por uma primeira camada de trabalho 41 formada por cabos metálicos inextensíveis 11.35 não guarnecidos, contínuos em toda a largura da lona, orientados de um ângulo igual a 18° ,

25 - por uma segunda camada de trabalho 42 formada por cabos metálicos inextensíveis 11.35 não guarnecidos, contínuos em toda a largura da lona, orientados de um ângulo igual a 18° e cruzados com os cabos metálicos da camada 41; a camada 42 é axialmente menor do que a camada 41,

- por uma camada adicional 43 formada por cabos orientados circunferencialmente e que apresentam uma ondulação de comprimento de onda λ igual a 40 mm e de amplitude de pico a pico igual a 8 mm; a camada 43 é radialmente exterior e adjacente à camada de trabalho radialmente exterior 42 e se estende até a camada 41 para ser unida com essa última. A camada 43 se estende em seguida axialmente para além da extremidade axialmente exterior da camada 41. Ensaios foram realizados por um lado com cabos metálicos 4.23 e por outro lado com cabos têxteis PET 144x2.

A largura axial L_{41} da primeira camada de trabalho 41 é igual a 226 mm.

A largura axial L_{42} da segunda camada de trabalho 42 é igual a 206 mm.

A camada adicional 43 apresenta uma largura igual a 75 mm; ela apresenta uma zona de recobrimento axial com a camada 42 igual a 53 mm e uma zona de recobrimento com a camada 41 igual a 3 mm.

A armadura de topo é ela própria coberta por uma banda de rodagem 5.

Uma camada borrachosa P, radialmente entre e em contato com as camadas de topo de trabalho 41 e 42, dita goma de separação, recobre a extremidade da dita camada de trabalho 42 e se estende de modo que sua extremidade axialmente exterior esteja a uma distância do plano mediano circunferencial inferior à meia largura axial da camada 41. A camada P de mistura borrachosa assegura assim uma separação entre a camada de trabalho 41 e a extremidade da camada de trabalho 42 radialmente exterior. A zona de compromisso da camada P entre as duas camadas de trabalho 41 e 42 é definida por sua espessura ou mais precisamente a distância radial d entre a extremidade da camada 42 e a camada 41 e por sua largura axial D compreendida entre a extremidade axialmente interior da dita camada P e a extremidade da camada de topo de trabalho radialmente exterior. A distância

radial d é igual a 3.5 mm. A distância axial D é igual a 20 mm, ou seja cerca de 13.3 vezes o diâmetro ϕ_2 dos elementos de reforço da lona de trabalho 42, o diâmetro ϕ_2 sendo igual a 1.5 mm.

Os módulos de elasticidade da camada P e da camada de calandragem da camada 42 são idênticos e iguais a 10 MPa; a relação dos ditos módulos é portanto igual a 1.

Na figura 2, o pneumático 21 difere daquele representado na figura 1 por um lado pelo fato de que ele compreende além disso:

- uma camada de proteção 244 formada por cabos metálicos elásticos 18x23 cuja largura axial é igual a 86 mm.

- uma camada de elementos de reforço complementar 245, dita de triangulação, de largura sensivelmente igual a 200 mm formada por cabos metálicos inextensíveis 9x28. Os elementos de reforço dessa camada 245 formam um ângulo de cerca de 45° com a direção circunferencial e são orientados no mesmo sentido que os elementos de reforço da camada de trabalho 241. Essa camada 245 permite notadamente contribuir para a compensação dos esforços de compressão transversal dos quais é objeto o conjunto dos elementos de reforço na zona do topo do pneumático.

Por outro lado, o pneumático 21 difere daquele representado na figura 1 pelo fato de que a camada 243 é radialmente adjacente à camada 342 mas radialmente interior a essa última.

Na figura 3, o pneumático 31 difere daquele representado na figura 1 pelo fato de que ele compreende uma camada adicional 343 que é inserida entre as duas camadas de trabalho 341, 342. A camada 343 é de fato radialmente adjacente e interior à camada 341; de acordo com esse modo de realização da invenção, a camada adicional está somente em contato com a camada de topo de trabalho 341. De acordo com outras realizações de acordo com a invenção mas não representadas nas figuras, a camada adicional 343 pode ainda ser radialmente adjacente e interior à camada de trabalho 341.

Na figura 4, o pneumático 41 difere daquele representado na figura 1 por um lado pelo fato de que ele compreende camadas de proteções 444 e de triangulação 445 e pelo fato de que ele compreende uma camada adicional 443 da qual a extremidade axialmente exterior está em uma posição idêntica àquela da extremidade da camada 441. A camada 443 apresenta uma largura L_{343} igual a 65 mm. De acordo com outras realizações de acordo com a invenção mas não representadas nas figuras, a camada adicional 443 pode ainda apresentar uma extremidade axialmente exterior em uma posição axialmente interior na extremidade da camada 441.

A figura 5 ilustra uma variante de realização de um pneumático 51 de acordo com a invenção que comparada com a realização da figura 2 compreende por outro lado uma camada contínua 546 de elementos de reforço circunferenciais intercalada entre as camadas de trabalho 541 e 542. Essa camada contínua 546 apresenta uma largura L_{546} igual a 185 mm, inferior às larguras das camadas de trabalho 541 e 542.

A figura 6 ilustra mais uma outra variante de realização de um pneumático 61 de acordo com a invenção que comparada com a realização da figura 2 apresenta uma camada de proteção 644 radialmente adjacente e exterior à camada adicional 643. De acordo com esse modo de realização a extremidade axialmente interior da camada adicional 643 está assim radialmente entre a camada de trabalho 642 e a camada de proteção 644 em uma largura axial de 10 mm.

Na figura 6, a camada de proteção foi alargada em relação àquelas das outras figuras que compreendem uma tal camada de proteção; um resultado similar e não representado nas figuras pode ser obtido com uma camada adicional mais larga e da qual a extremidade axialmente interior está mais no interior para obter uma sobreposição com uma camada de proteção axialmente mais estreita que aquela da figura 6.

Ensaios foram realizados com o pneumático realizado de

acordo com a invenção de acordo com a representação da figura 4 e comparados com um pneumático de referência idêntico mas realizado de acordo com uma configuração usual. Os ensaios foram realizados por um lado com elementos de reforço da camada adicional metálicos de tipo 4.23 e por
5 outro lado com elementos de reforço têxteis de tipo PET 144x2.

O pneumático usual não compreende as camadas adicionais 43. Eles compreendem em contrapartida camadas de proteção e de triangulação.

Os primeiros ensaios de resistência foram realizados equipando-se veículos idênticos com cada um dos pneumáticos e fazendo-se
10 cada um dos veículos seguir percursos em linha reta, os pneumáticos sendo submetidos a cargas superiores à carga nominal para acelerar esse tipo de teste.

O veículo de referência que compreende os pneumáticos usuais é associado a uma carga por pneumático de 3600 Kg no início de rodagem e evolui para atingir uma carga de 4350 Kg no final de rodagem.
15

O veículo que compreende os pneumáticos de acordo com a invenção é associado a uma carga por pneumático de 3800 Kg no início de rodagem e evolui para atingir uma carga de 4800 Kg no final de rodagem.

Os ensaios são interrompidos quando o pneumático é danificado e/ou não funciona mais de modo normal.
20

Os ensaios assim realizados mostraram que o veículo equipado com pneumáticos de acordo com a invenção com os elementos de reforço metálicos ou com os elementos de reforço têxteis percorreu distâncias superiores ou iguais à distância percorrida pelos veículos de referência.
25

Outros ensaios de resistência foram realizados em uma máquina de testes alternando-se seqüências de curva à esquerda, à direita e depois de rodagem em linha reta em condições de carga que variam de 60 a 200% da carga nominal e de esforço que variam de 0 a 0.35 vezes a carga

aplicada. A velocidade está compreendida entre 30 e 70 km/h. Os ensaios são interrompidos quando o pneumático é danificado e/ou não funciona mais de modo normal.

5 Os resultados obtidos mostram ganhos em distâncias percorridas pelos pneumáticos de acordo com a invenção com os elementos de reforço metálicos e com os elementos de reforço têxteis, essas últimas sendo superiores à distância percorrida pelos pneumáticos de referência.

REIVINDICAÇÕES

1. Pneumático com armadura de carcaça radial compreendendo uma armadura de ápice formada de pelo menos duas camadas de ápice de trabalho de elementos de reforço inextensíveis, cruzados de uma lona à outra formando, com a direção circunferencial, ângulos compreendidos entre 10° e 45°, ela mesma coberta radialmente com uma banda de rodagem, sendo que a referida banda de rodagem é unida a dois talões por meio de dois flancos, caracterizado pelo fato de que ele compreende adicionalmente em cada ombro pelo menos uma camada de elementos de reforço orientados circunferencialmente e apresentando uma ondulação, sendo que a extremidade axialmente interior da referida camada adicional é radialmente adjacente à borda de uma camada de ápice de trabalho, sendo que pelo menos uma parte da referida camada adicional é radialmente e/ou axialmente adjacente à borda da camada de ápice de trabalho axialmente mais larga, sendo que se encontra disposta, entre pelo menos uma parte das camadas de ápice de trabalho, uma camada P de misturas borrachosas coesivas, sendo que a extremidade axialmente exterior da camada P encontra-se axialmente entre as extremidades das camadas de ápice de trabalho axialmente menos larga e mais larga, e sendo que a relação do módulo de elasticidade da camada P relativamente ao módulo de elasticidade da camada de calandragem da camada de trabalho adjacente à camada adicional está compreendida entre 0,5 e 1.

2. Pneumático de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que os elementos de reforço da camada adicional apresentam uma ondulação de comprimento de onda λ compreendida entre 10 e 50 mm.

3. Pneumático de acordo com a reivindicação 1 ou 2, caracterizado pelo fato de que os elementos de reforço da camada adicional apresentam uma ondulação de amplitude a compreendida entre 2 e 10 mm.

4. Pneumático de acordo com uma das reivindicações

precedentes, caracterizado pelo fato de que a extremidade axialmente interior da referida camada adicional é radialmente adjacente à borda da camada de ápice de trabalho radialmente exterior.

5 5. Pneumático de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a extremidade axialmente interior da referida camada adicional é radialmente exterior à borda da camada de ápice de trabalho radialmente exterior.

10 6. Pneumático de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a largura axial D da camada P compreendida entre a extremidade axialmente interior da referida camada P e a extremidade da lona de ápice de trabalho axialmente menos larga é tal que:

$$3.\varphi_2 \leq D \leq 20.\varphi_2$$

com φ_2 , diâmetro dos elementos de reforço da lona de ápice de trabalho radialmente exterior.

15 7. Pneumático de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a largura axial D da camada de mistura borrachosa coesiva P compreendida entre a extremidade axialmente interior da referida camada de mistura borrachosa coesiva P e a extremidade axialmente exterior da camada de ápice de trabalho axialmente menos larga é superior a 5 mm.

20 8. Pneumático de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a camada P, na extremidade axialmente exterior da lona de ápice de trabalho axialmente menos larga, apresenta uma espessura tal que a distância d radial entre as duas lonas de ápice de trabalho, separadas pela referida camada P, apresenta a relação:

$$3/5.\varphi_2 < d < 5.\varphi_2$$

com φ_2 , diâmetro dos elementos de reforço da lona de ápice de trabalho radialmente exterior.

9. Pneumático de acordo com uma das reivindicações

precedentes, caracterizado pelo fato de que a camada de ápice de trabalho axialmente mais larga é radialmente interior às outras camadas de ápice de trabalho.

5 10. Pneumático de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a diferença entre a largura axial da camada de ápice de trabalho axialmente mais larga e a largura axial da camada de ápice de trabalho axialmente menos larga está compreendida entre 5 e 30 mm.

10 11. Pneumático de acordo com uma das reivindicações de precedentes, caracterizado pelo fato de que o ângulo formado com a direção circunferencial pelos elementos de reforço das camadas de ápice de trabalho é inferior a 30° e, de preferência, inferior a 25°.

15 12. Pneumático de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que as camadas de ápice de trabalho compreendem elementos de reforço, cruzados de uma lona à outra, formando, com a direção circunferencial, ângulos variáveis de acordo com a direção axial.

20 13. Pneumático de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a armadura de ápice é completada radialmente no exterior por pelo menos uma lona suplementar, dita de proteção, com elementos de reforço ditos elásticos, orientados com relação à direção circunferencial com um ângulo compreendido entre 10° e 45° e no mesmo sentido que o ângulo formado pelos elementos inextensíveis da lona de trabalho radialmente adjacente à mesma.

25 14. Pneumático de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a armadura de ápice compreende uma camada de triangulação formada de elementos de reforço metálicos formando, com a direção circunferencial, ângulos superiores a 40°.

15. Pneumático de acordo com uma das reivindicações

precedentes, caracterizado pelo fato de que os elementos de reforço da referida camada adicional são elementos de reforço metálicos.

16. Pneumático de acordo com uma das reivindicações de 1 a 14, caracterizado pelo fato de que os elementos de reforço da referida camada adicional são elementos de reforço têxteis.

17. Pneumático de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a armadura de ápice compreende pelo menos uma camada contínua de elementos de reforço circunferenciais.

18. Pneumático de acordo com a reivindicação 17, caracterizado pelo fato de que a largura axial de pelo menos uma camada contínua de elementos de reforço circunferenciais é inferior à largura axial da camada de ápice de trabalho axialmente mais larga.

19. Pneumático de acordo com a reivindicação 17 ou 18, caracterizado pelo fato de que pelo menos uma camada contínua de elementos de reforço circunferenciais encontra-se disposta radialmente entre duas camadas de ápice de trabalho.

20. Pneumático de acordo com a reivindicação 19, caracterizado pelo fato de que as larguras axiais das camadas de ápice de trabalho radialmente adjacentes à camada contínua de elementos de reforço circunferenciais são superiores à largura axial da referida camada contínua de elementos de reforço circunferenciais.

21. Pneumático de acordo com uma das reivindicações de 17 a 20, caracterizado pelo fato de que os elementos de reforço de pelo menos uma camada contínua de elementos de reforço circunferenciais são elementos de reforço metálicos apresentando um módulo secante a 0,7% de alongamento compreendido entre 10 e 120 GPa e um módulo tangente máximo inferior a 150 GPa.

22. Pneumático de acordo com a reivindicação 21, caracterizado pelo fato de que o módulo secante dos elementos de reforço a

0,7% de alongamento é inferior a 100 GPa, de preferência, superior a 20GPa e, mais preferivelmente, compreendido entre 30 e 90 GPa.

23. Pneumático de acordo com uma das reivindicações 21 ou 22, caracterizado pelo fato de que o módulo tangente máximo dos elementos de reforço é inferior a 130 GPa e, de preferência, inferior a 120 GPa.

24. Pneumático de acordo com uma das reivindicações de 17 a 23, caracterizado pelo fato de que os elementos de reforço de pelo menos uma camada contínua de elementos de reforço circunferenciais são elementos de reforço metálicos apresentando uma curva de tensão de tração em função do alongamento relativo apresentando inclinações suaves para os alongamentos fracos e uma inclinação substancialmente constante e forte para os alongamentos superiores.

25. Pneumático de acordo com uma das reivindicações de 17 a 20, caracterizado pelo fato de que os elementos de reforço de pelo menos uma camada contínua de elementos de reforço circunferenciais são elementos de reforço metálicos cortados de maneira a formar seções de comprimento inferior à circunferência da lona menos longa, mas superiores a 0,1 vez a referida circunferência, sendo que os cortes entre seções são escalonados axialmente uns com relação aos outros, sendo que o módulo de elasticidade à tração por unidade de largura da camada contínua de elementos de reforço circunferenciais é, de preferência, inferior ao módulo de elasticidade à tração, medido nas mesmas condições, da camada de ápice de trabalho mais extensível.

26. Pneumático de acordo com uma das reivindicações de 17 a 20, caracterizado pelo fato de que os elementos de reforço de pelo menos uma camada contínua de elementos de reforço circunferenciais são elementos de reforço metálicos ondulados, sendo que a relação a/λ da amplitude de ondulação a relativamente ao comprimento de onda λ é, no máximo, igual a 0,09, sendo que o módulo de elasticidade à tração por unidade de largura da

camada contínua de elementos de reforço circunferenciais é, de preferência, inferior ao módulo de elasticidade à tração, medido nas mesmas condições, da camada de ápice de trabalho mais extensível.

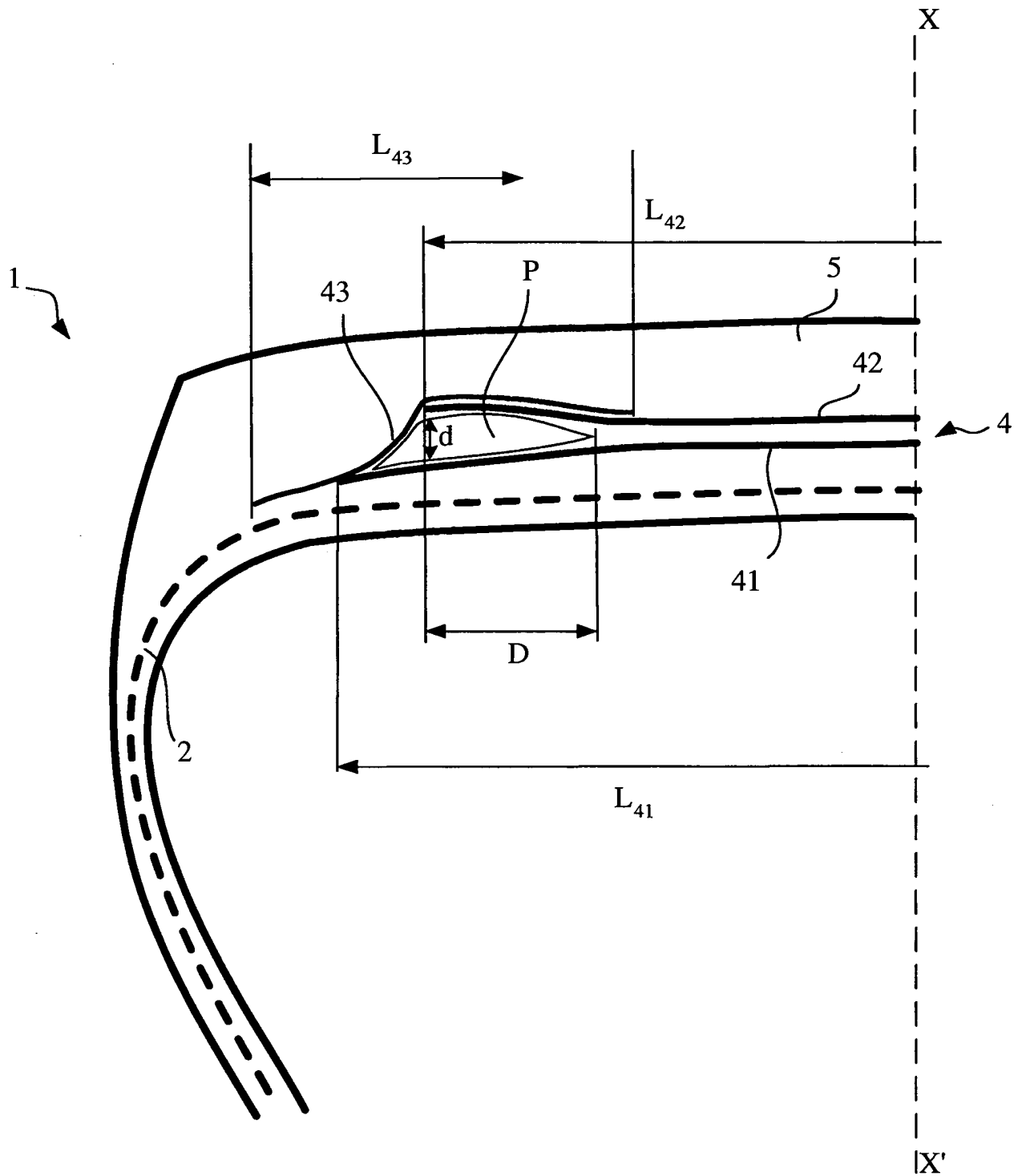


FIG.1

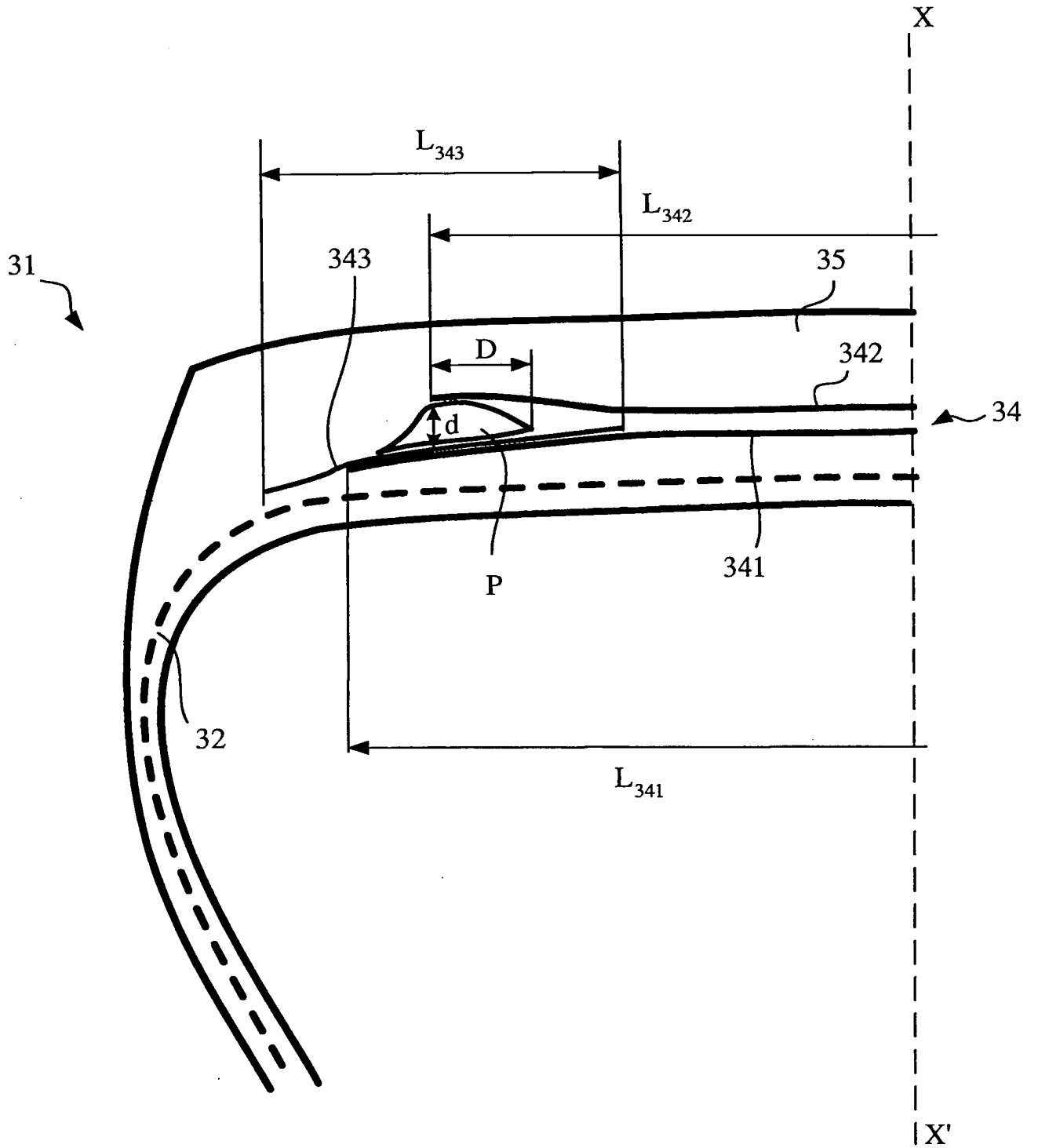


FIG.3

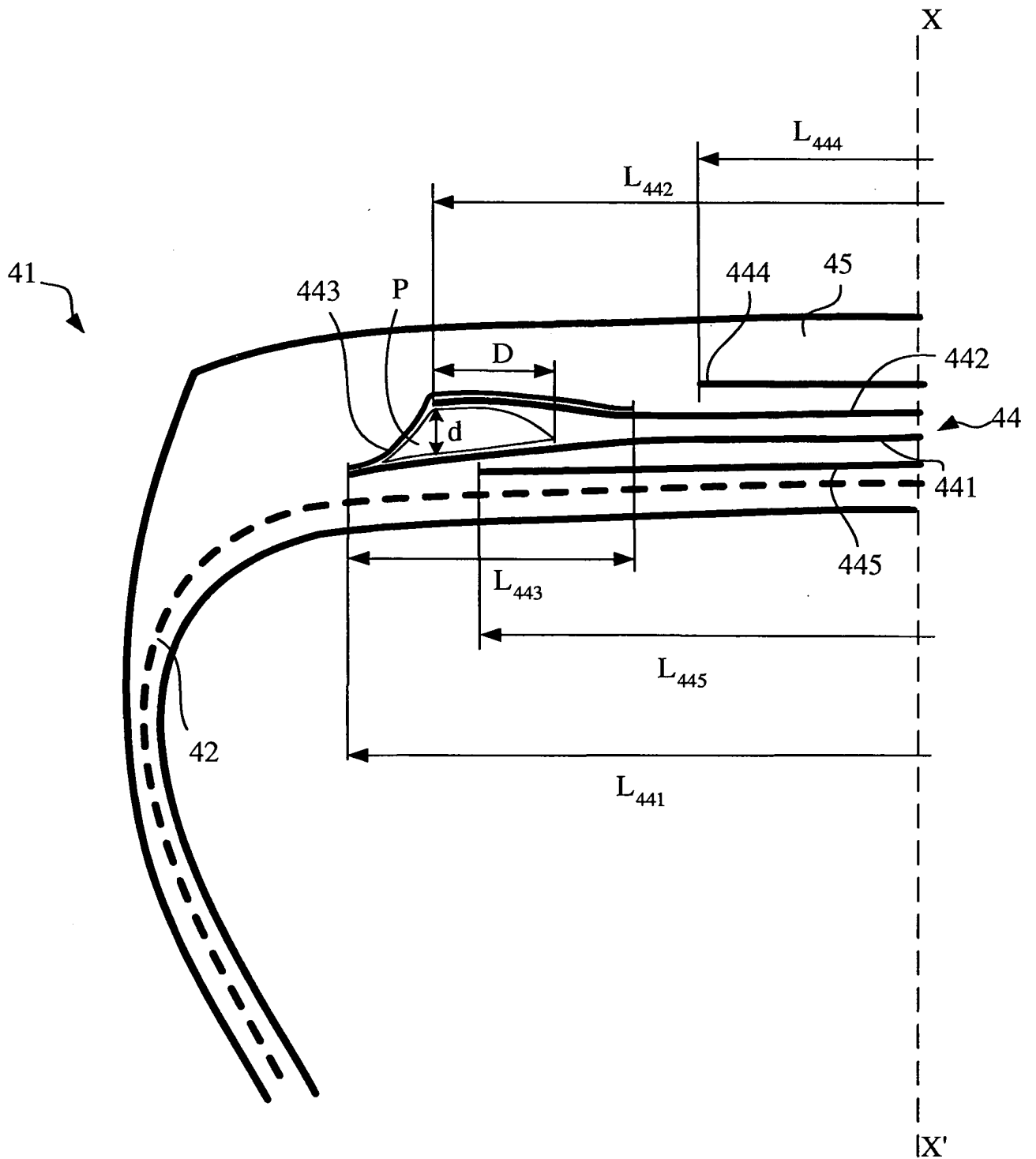


FIG.4

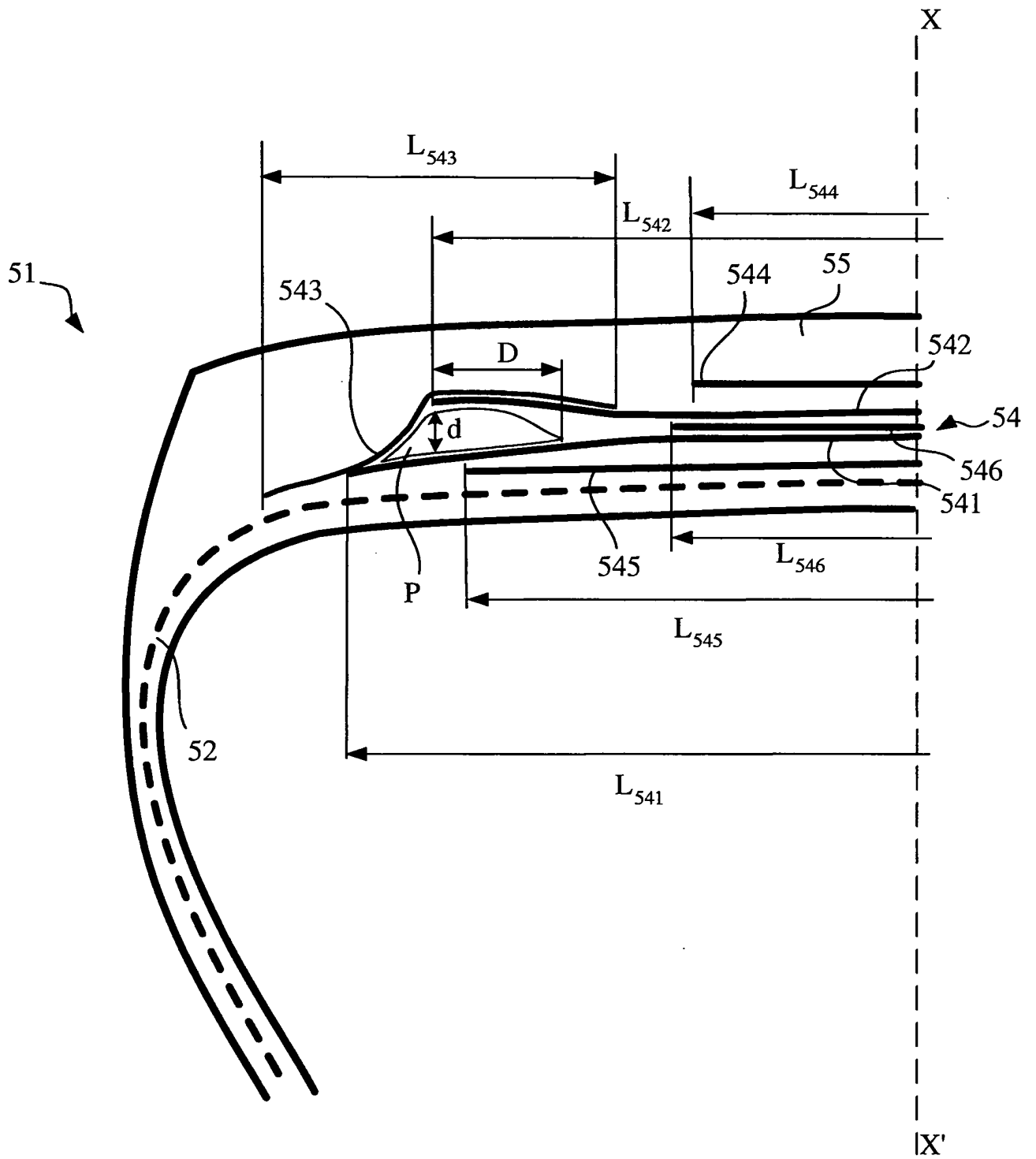


FIG.5

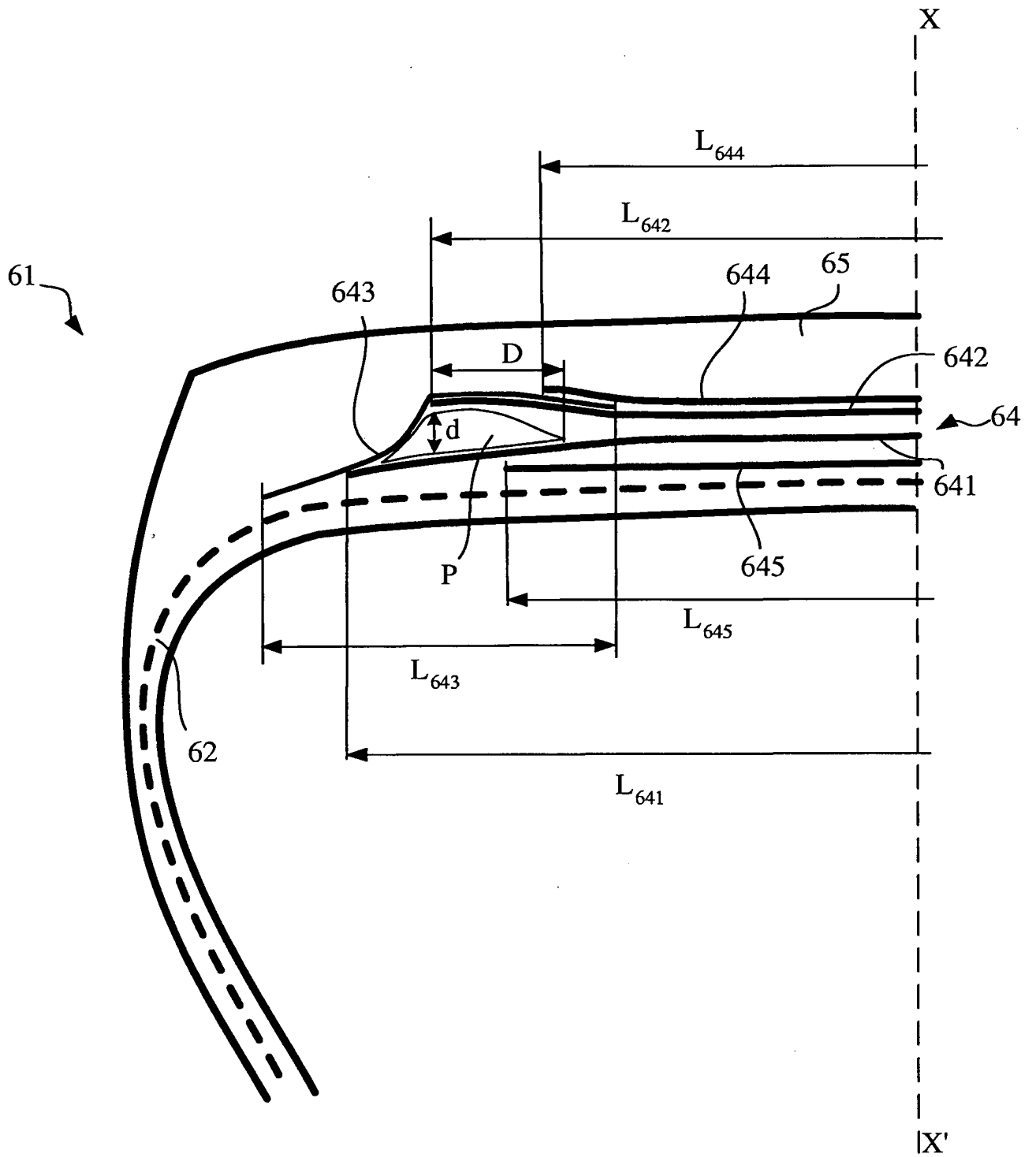


FIG.6

RESUMO

“PNEUMÁTICO COM ARMADURA DE CARÇA RADIAL”

Pneumático (41) com armadura de carça radial compreendendo uma armadura de ápice (44) formada de pelo menos duas camadas de ápice de trabalho (441,442) de elementos de reforço inextensíveis, cruzados de uma lona à outra formando, com a direção circunferencial, ângulos compreendidos entre 10° e 45°, ela mesma coberta radialmente com uma banda de rodagem (45), sendo que a camada de ápice de trabalho axialmente mais larga é radialmente interior às outras camadas de ápice de trabalho, sendo que o pneumático compreende adicionalmente em cada ombro pelo menos uma camada (443) de elementos de reforço orientados radialmente, sendo que a extremidade axialmente interior da referida camada adicional (443) é radialmente adjacente à borda da camada de ápice de trabalho radialmente exterior (442), e pelo menos uma parte da referida camada adicional é adjacente à borda da camada de ápice de trabalho axialmente mais larga (441), sendo que a relação do módulo de elasticidade de uma camada P relativamente ao módulo de elasticidade da camada de calandragem da camada de trabalho adjacente à camada adicional está compreendida entre 0,5 e 1, sendo que a extremidade axialmente exterior da referida camada P encontra-se axialmente entre as extremidades das camadas de ápice de trabalho axialmente menos larga e mais larga.