



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

(11) PI 0816858-0 B1



(22) Data do Depósito: 01/09/2008

(45) Data de Concessão: 09/07/2019

(54) Título: PNEUMÁTICO E ETAPA DE UM PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE UM PNEUMÁTICO

(51) Int.Cl.: B60C 9/20; B60C 9/18; B29D 30/18.

(30) Prioridade Unionista: 13/09/2007 FR 0706493.

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

(72) Inventor(es): PHILIPPE JOHNSON; ALAIN DOMINGO.

(86) Pedido PCT: PCT EP2008061500 de 01/09/2008

(87) Publicação PCT: WO 2009/033976 de 19/03/2009

(85) Data do Início da Fase Nacional: 11/03/2010

(57) Resumo: "PNEUMÁTICO E ETAPA DE UM PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE UM PNEUMÁTICO" A invenção se refere a 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, por pelo menos uma camada de elementos de reforço circunferenciais radialmente disposta entre duas camadas de topo de trabalho, as camadas de topo de trabalho adjacentes à camada de elementos de reforço circunferenciais sendo de um lado e de outro do plano equatorial e no prolongamento axial da camada de elementos de reforço circunferenciais acopladas em uma largura axial 1, para em seguida ser separadas. De acordo com a invenção, uma camada de mistura polimérica de espessura superior a 1.5 mm em uma largura axial superior a 0.1xd é posicionada axialmente entre a extremidade axialmente exterior da camada de elementos de reforço circunferenciais e a extremidade axialmente interior da zona de acoplamento das camadas de topo de trabalho.

“PNEUMÁTICO E ETAPA DE UM PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE UM PNEUMÁTICO”

A presente invenção se refere a um pneumático, com armadura de carcaça radial e mais especialmente a um pneumático destinado a equipar
5 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 empilhamento de
10 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 semiacabados em forma de lonas, providas de reforços filares com frequência longitudinais, que são na seqüência unidas ou empilhadas a fim de
15 confeccionar um esboço de pneumático. As lonas são realizadas horizontalmente, com dimensões grandes, e são na seqüência cortadas em função das dimensões de um produto dado. A união das lonas é também realizada, em um primeiro tempo, substancialmente horizontalmente. O esboço assim realizado é em seguida conformado para adotar o perfil toroidal
20 típico dos pneumáticos. Os produtos semiacabados 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
25 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, efetua-se 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 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 semiacabados sob a forma de lonas. Por 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 sobre 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 encontrados “semiacabados”, 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 sobre o núcleo. Esse núcleo sendo de forma toroidal, não há mais necessidade de formar o esboço para passar de um perfil plano para 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 se dispõem 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 união em núcleo toroidal que utilizam produtos semiacabados 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 semiacabados 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 independente 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 semiacabados. 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, pela mistura borrachosa e pelas porções adjacentes de reforço de flanco de uma zona baixa realizada com um processo com aplicação sobre 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 e cabos paralelos 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 formam a armadura de trabalho, podem ainda ser recobertas por pelo menos uma camada dita de proteção e formada por elementos de reforço vantajosamente metálicos e extensíveis, ditos elásticos. Ela pode também compreender uma camada de fios ou cabos metálicos de

pouca 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 e 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 de topo do pneumático.

No caso dos pneumáticos para veículos “Pesados”, uma só camada de proteção está habitualmente presente e seus elementos de proteção 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 a 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 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.

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 3% com um módulo tangente máximo inferior a 150 GPa.

Elementos de reforço circunferenciais são elementos de

reforço que formam com a direção circunferencial ângulos compreendidos no intervalo $+2,5^\circ$, $-2,5^\circ$ em torno de 0° .

5 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.

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 “rodoviários”, são destinados a rodar em grande velocidade e em trajetos cada vez mais longos, devido à melhoria da rede rodoviária e ao crescimento da rede de autoestradas 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, ligadas 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. O mesmo problema existe no caso de bordas de duas camadas de elementos de reforço, a dita outra camada não sendo obrigatoriamente radialmente adjacente à primeira.

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 de armadura de topo, preconiza a utilização, em combinação com uma banda de rodagem de pouca 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 pouca histerese.

A patente FR 2 222 232, para evitar as separações entre lonas de armadura de topo, ensina revestir as extremidades da armadura com um colchão de borracha, cuja 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 de 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 é 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 substancialmente paralelamente à direção circunferencial.

As rodagens prolongadas em condições especialmente severas dos pneumáticos assim construídos fizeram aparecer limites em termos de resistência desses pneumáticos.

5 Para corrigir tais inconvenientes e melhorar a resistência da
armadura de topo desses pneumáticos, foi proposto associar às camadas de
topo de trabalho de ângulo pelo menos uma camada adicional de elementos de
reforço substancialmente paralelos à direção circunferencial. O pedido de
patente WO 99/24269 propõe notadamente, de um lado e de outro do plano
equatorial e no prolongamento axial imediato da lona adicional de elementos
10 de reforço substancialmente paralelos à direção circunferencial, acoplar, 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
separá-los por perfilados de mistura de borracha pelo menos no restante da
largura comum às ditas duas lonas de trabalho.

15 Os resultados obtidos em termos de resistência e de desgaste
por ocasião de rodagens prolongadas em estradas de grande velocidade são
satisfatórios. No entanto, se destaca dos ensaios efetuados que o conjunto dos
pneumáticos que equipa um veículo, apresenta desempenhos em termos de
resistência dispersos; em outros termos se os desempenhos são efetivamente
20 melhores do que com as soluções precedentes, é revelado que os resultados
obtidos nem sempre são homogêneos em termos de valor, a dispersão dos
resultados sendo relativamente grande. Isso permanece verdadeiro para
diferentes pneumáticos testados sucessivamente em um mesmo veículo e
colocados no lugar no mesmo local nesse veículo.

25 Um objetivo da invenção é fornecer pneumáticos para veículos
“Pesados”, cujos desempenhos de resistência e de desgaste são conservados
para usos rodoviários e cujos desempenhos notadamente de resistência são
reprodutíveis de maneira mais homogênea em todos os pneumáticos.

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 camada para a outra que formam 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, a armadura de topo compreendendo pelo menos uma camada de elementos de reforço circunferenciais radialmente disposta entre duas camadas de topo de trabalho, as camadas de topo de trabalho adjacentes à camada de elementos de reforço circunferenciais sendo de um lado e de outro do plano equatorial e no prolongamento axial da camada de elementos de reforço circunferenciais acopladas em uma largura axial l , para em seguida ser separadas por perfilados de mistura de borracha pelo menos no restante da largura comum às ditas duas camadas de trabalho, uma camada de mistura polimérica de espessura superior a 1,5 mm em uma largura axial superior a $0,1 \times d$ sendo posicionada axialmente entre a extremidade axialmente exterior da camada de elementos de reforço circunferenciais e a extremidade axialmente interior da zona de acoplamento das camadas de topo de trabalho adjacentes de um lado e de outro à camada de elementos de reforço circunferenciais.

A espessura da camada de mistura polimérica é medida de acordo com uma direção radial.

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

A distância d é a distância axial que separa a extremidade da camada de elementos de reforço circunferenciais e a extremidade da camada de topo de trabalho adjacente à camada de elementos de reforço circunferenciais que é a mais estreita.

No sentido da invenção, camadas de topo de trabalho são ditas

acopladas se os elementos de reforço respectivos de cada uma das camadas 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.

5 A presença de um acoplamento entre as camadas de topo de trabalho adjacentes à camada de elementos de reforço circunferenciais permite a diminuição das pressões de tensão que agem sobre os elementos circunferenciais que estão axialmente o mais no exterior e situados o mais próximo do acoplamento.

10 A espessura dos perfilados de separação entre as camadas de topo de trabalho, axialmente exteriores à zona de acoplamento, medida perpendicularmente às extremidades da lona de trabalho que é a menos larga, será pelo menos igual a dois milímetros, e preferencialmente superior a 2,5 mm.

15 Durante seus estudos, os inventores souberam colocar em evidência que as técnicas de fabricação dos pneumáticos levavam a ligeiras variações do posicionamento da zona de acoplamento das camadas de topo de trabalho que acarretam curvaturas locais dos elementos de reforço das camadas de topo de trabalho que podem variar. A presença de uma camada de
20 mistura polimérica de espessura superior a 1,5 mm em uma largura axial superior a 0.1xd na extremidade da camada de elementos de reforço circunferenciais permite conservar uma distância mínima entre a zona de acoplamento das camadas de topo de trabalho e a extremidade da camada de elementos de reforço circunferenciais. Essa distância mínima permite eliminar
25 os riscos de ver aparecer raios de curvaturas dos elementos de reforço das camadas de topo de trabalho muito pequenos que parecem poder estar na origem de menos bons desempenhos dos pneumáticos em rodagem em termos de resistência.

De acordo com um modo de realização preferido da invenção,

a camada de mistura polimérica posicionada axialmente entre a extremidade axialmente exterior da camada de elementos de reforço circunferenciais e a extremidade axialmente interior da zona de acoplamento das camadas de topo de trabalho adjacentes à camada de elementos de reforço circunferenciais
5 apresenta uma largura axial inferior a $0,5x_d$.

Esse modo de realização preferido da invenção permite notadamente limitar os riscos de aparecimento de uma bolsa de ar entre a extremidade da camada de reforços circunferenciais e a zona de acoplamento das camadas de topo de trabalho. Um tal modo de realização leva
10 notadamente a uma melhoria dos rendimentos de fabricação, a presença de ar podendo levar até a uma colocação de lado de um pneumático.

Uma variante vantajosa da invenção prevê que a plasticidade Mooney da camada de mistura não reticulada é superior à plasticidade Mooney da mistura de calandragem não reticulada das camadas de topo de
15 trabalho adjacentes à camada de elementos de reforço circunferenciais.

A calandragem das camadas de topo corresponde à massa borrachosa que circunda os elementos de reforço para formar a dita camada.

No que se refere à plasticidade Mooney, é utilizado um consistômetro oscilante tal como descrito na norma francesa NF T 43-005
20 (Novembro de 1980). A medição de plasticidade Mooney é feita de acordo com o princípio seguinte: a composição no estado cru (i.e., antes de cozimento) é moldada em um recinto cilíndrico aquecido a 100°C . Depois de um minuto de preaquecimento, o rotor gira dentro do corpo de prova a 2 rotações/minuto e mede-se o torque útil para manter esse movimento depois
25 de 4 minutos de rotação. A plasticidade Mooney (ML 1+4) é expressa em “unidade Mooney” (UM, com $1 \text{ UM} = 0,83 \text{ Newton.metro}$).

De preferência, a plasticidade Mooney da camada de mistura não reticulada é superior a 90 UM e de preferência superior a 95 UM.

Tais escolhas concernindo a camada de mistura polimérica que

define a distância entre a zona de acoplamento das camadas de topo de trabalho e a extremidade da camada de elementos de reforço circunferenciais permitem que a dita camada conserve sua geometria durante o processo de fabricação do pneumático.

5 De acordo com uma variante vantajosa de realização da invenção, a camada de elementos de reforço circunferenciais apresenta uma largura axial superior a $0,4 \times S$.

S é a largura máxima axial do pneumático, quando esse último está montado em seu aro de serviço e inflado em sua pressão recomendada.

10 De acordo com uma realização preferida da invenção, pelo menos duas camadas de topo de trabalho apresentam larguras axiais diferentes, 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 sendo compreendida entre 10 e 30 mm.

15 Ainda de preferência, a camada de topo de trabalho que é axialmente a mais larga está radialmente no interior das outras camadas de topo de trabalho.

De acordo com um modo de realização vantajoso da invenção, os elementos de reforço de pelo menos uma camada de elementos de reforço circunferenciais são elementos de reforço metálicos que apresentam um
20 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
25 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 borracha, 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 das partes axialmente exteriores e da parte central de pelo menos uma camada de elementos de reforço circunferenciais são elementos de reforço metálicos que 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.

Também de preferência, 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 reforços de pelo menos uma camada 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 substancialmente constante e grande para os alongamentos superiores. Tais elementos de reforço da lona adicional são habitualmente denominados elementos “bi-módulo”.

De acordo com uma realização preferida da invenção, a inclinação substancialmente constante e grande aparece a partir de um alongamento relativo compreendido entre 0,1% e 0,5%.

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

Elementos de reforço mais especialmente adaptados para a realização de pelo menos uma camada de elementos de reforço circunferenciais de acordo com a invenção são por exemplo uniões 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 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 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 21.23 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 união de fórmula 21.28, cuja construção é $3 \times (0,32 + 6 \times 0,28)$ 6.2/9,3 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 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.

Os elementos metálicos são preferencialmente cabos de aço.

A invenção prevê ainda vantajosamente para diminuir as pressões de tensão que agem sobre os elementos circunferenciais que estão axialmente mais no exterior que 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°C.

De acordo com uma outra variante vantajosa 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 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 diminuí-la em outras, notadamente para diminuir as colocações em compressão da armadura de carcaça.

5 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
10 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
15 menos larga e, no caso da camada radialmente superior como sendo a menos larga, tal que ela seja acoplada, no prolongamento axial da armadura adicional, com a camada de topo de trabalho mais larga em uma largura axial, para ser em seguida, axialmente no exterior, separada da dita camada de trabalho mais larga por perfilados de espessura pelo menos igual a 2 mm. A
20 camada de proteção formada por elementos de reforço elásticos pode, no caso citado acima, ser por um lado eventualmente separada das bordas da dita camada de trabalho menos larga por perfilados de espessura substancialmente menor do que a espessura dos perfilados que separam as bordas das duas camadas de trabalho, e ter por outro lado uma largura axial inferior ou
25 superior à largura axial da camada de topo mais larga.

 De acordo com um qualquer dos modos de realização da invenção evocado precedentemente, a armadura de topo pode ainda ser completada, radialmente no interior entre a armadura de carcaça e a camada de trabalho radialmente interior que é a mais próxima da dita armadura de

carcaça, por uma camada de triangulação de elementos de reforço inextensíveis metálicos feitos de aço que formam, com a direção circunferencial, um ângulo superior a 60° e de mesmo sentido que aquele do ângulo formado pelos elementos de reforço da camada que é radialmente a mais próxima da armadura de carcaça.

A invenção propõe ainda uma etapa de processo de fabricação de 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 camada para a outra que formam 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, a armadura de topo compreendendo pelo menos uma camada de elementos de reforço circunferenciais radialmente disposta entre duas camadas de topo de trabalho, as camadas de topo de trabalho adjacentes à camada de elementos de reforço circunferenciais sendo de um lado e de outro do plano equatorial e no prolongamento axial da camada de elementos de reforço circunferenciais acopladas em uma largura axial, para serem em seguida separadas por perfilados de mistura de borracha pelo menos no restante da largura comum às ditas duas camadas de trabalho, de acordo com a qual uma camada de mistura polimérica de espessura superior a 1.5 mm em uma largura axial superior a 0.1xd é colocada no lugar axialmente entre a extremidade axialmente exterior da camada de elementos de reforço circunferenciais e a extremidade axialmente interior da zona de acoplamento das camadas de topo de trabalho adjacentes à camada de elementos de reforço circunferenciais, a plasticidade Mooney da camada de mistura não reticulada sendo superior à plasticidade Mooney da mistura de calandragem não reticulada das camadas de topo de trabalho adjacentes à camada de elementos de reforço circunferenciais.

De preferência, a plasticidade Mooney da camada de mistura não reticulada é superior a 90 UM e de preferência superior a 95 UM.

Outros detalhes e características vantajosas da invenção se destacarão abaixo da descrição dos exemplos de realização da invenção em referência às figuras 1 e 2 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.

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.

Na figura 1, o pneumático 1, de dimensão 315/60 R 22,5, tem uma relação de forma H/S igual a 0,60, 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:

- 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°,

- por uma camada de elementos de reforço circunferenciais 42 formada por cabos metálicos feitos de aço 21x28, de tipo “bi-módulo”,

- por uma segunda camada de trabalho 43 formada por cabos metálicos inextensíveis 11.35 não guarnecidos, contínuos em toda a largura da lona, orientados de um ângulo igual a 26° e cruzados com os cabos metálicos

da camada 41,

- por uma camada de proteção 44 formada por cabos metálicos elásticos 18x23.

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

A largura axial máxima S do pneumático é igual a 319 mm.

A largura axial L_{41} da primeira camada de trabalho 41 é igual a 260 mm.

A largura axial L_{43} da segunda camada de trabalho 43 é igual a 245 mm. A diferença entre as larguras L_{41} e L_{43} é igual a 15 mm.

Quanto à largura axial global L_{42} da camada de elementos de reforço circunferenciais 42, ela é igual a 200 mm.

A última lona de topo 44, dita de proteção, tem uma largura L_{44} igual a 180 mm.

As duas camadas de trabalho 41 e 43 são, de cada lado do plano equatorial e axialmente no prolongamento da camada de elementos de reforço circunferenciais 42, acopladas em uma largura axial l igual a 8 mm. Os cabos da primeira camada de trabalho 41 e os cabos da segunda camada de trabalho 43, na largura axial de acoplamento l das duas camadas, são separados radialmente entre si por uma camada de goma, cuja espessura é mínima e corresponde ao dobro da espessura da camada borrachosa de calandragem dos cabos metálicos 11.35 não guarnecidos dos quais é formada cada camada de trabalho 41, 43, ou seja 0,8 mm. Na largura restante comum às duas camadas de trabalho, as duas camadas de trabalho 41, 43 são separadas por um perfilado de borracha, não representado na figura, a espessura do dito perfilado sendo crescente indo-se da extremidade axialmente exterior da zona de acoplamento à extremidade da camada de trabalho menos larga. O dito perfilado tem vantajosamente uma largura axial suficiente para recobrir radialmente a extremidade da camada de trabalho 41

mais larga, que é, nesse caso a camada de trabalho que é radialmente a mais próxima da armadura de carcaça.

De acordo com a invenção, entre a extremidade da camada de elementos de reforço circunferenciais 42 e a extremidade axialmente interior da zona de acoplamento da largura axial l é colocada no lugar uma camada de mistura borrachosa 6 que apresenta uma plasticidade Mooney igual a 95 UM, superior às plasticidades Mooney das calandragens das camadas de trabalho 41, 43 que são idênticas e iguais a 90 UM. A camada de mistura borrachosa 6 apresenta uma espessura superior a 1,5 mm em uma largura D igual a 8 mm e uma espessura máxima E igual a 2.4 mm.

Na figura 2, o pneumático 21 difere daquele representado na figura 1 pelo fato de que ele compreende uma camada de elementos de reforço complementar 245, dita de triangulação, de largura substancialmente igual àquela da camada de trabalho 243. Os elementos de reforço dessa camada 245 formam um ângulo de cerca de 60° 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.

Ensaio foram realizados com pneumáticos realizados de acordo com a invenção de acordo com a representação da figura 1 assim como com pneumáticos ditos de referência.

Esses pneumáticos de referência apresentam uma arquitetura de topo semelhante aos pneumáticos de acordo com a invenção exceto pelo fato de que eles não compreendem camada de mistura borrachosa 6 colocada no lugar entre a extremidade da camada de elementos de reforço circunferenciais e a extremidade axialmente interior da zona de acoplamento das camadas de topo de trabalho adjacentes à camada de elementos de reforço circunferenciais.

Ensaaios de resistência em rodagem em linha reta foram realizados em uma máquina de testes que impõe aos pneumáticos uma carga de 3800 kg e uma velocidade de 110 km/h. Os ensaios foram realizados para os pneumáticos de acordo com a invenção com condições idênticas àquelas aplicadas aos pneumáticos de referência.

Os ensaios assim realizados mostraram que as distâncias percorridas por ocasião de cada um desses testes são substancialmente idênticas para os pneumáticos de acordo com a invenção e os pneumáticos de referência. É revelado em contrapartida que os resultados obtidos com os pneumáticos de acordo com a invenção apresentam variações inferiores àquelas que concernem os resultados dos pneumáticos de referência. Com os pneumáticos de referência, é observada uma dispersão das distâncias percorridas da ordem de 10% enquanto que a dispersão observada com os pneumáticos de acordo com a invenção é da ordem de 5%.

REIVINDICAÇÕES

1. 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 camada para a outra que formam 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, a armadura de topo compreendendo pelo menos uma camada de elementos de reforço circunferenciais radialmente disposta entre duas camadas de topo de trabalho, as camadas de topo de trabalho adjacentes à camada de elementos de reforço circunferenciais sendo de um lado e de outro do plano equatorial e no prolongamento axial da camada de elementos de reforço circunferenciais acopladas em uma largura axial l , para em seguida ser separadas por perfilados de mistura de borracha pelo menos no restante da largura comum às ditas duas camadas de trabalho, caracterizado pelo fato de que uma camada de mistura polimérica de espessura superior a 1.5 mm em uma largura axial superior a $0.1xd$ sendo posicionada axialmente entre a extremidade axialmente exterior da camada de elementos de reforço circunferenciais e a extremidade axialmente interior da zona de acoplamento das camadas de topo de trabalho adjacentes à camada de elementos de reforço circunferenciais.

2. Pneumático de acordo com a reivindicação 1, caracterizado pelo fato de que a camada de mistura polimérica posicionada axialmente entre a extremidade axialmente exterior da camada de elementos de reforço circunferenciais e a extremidade axialmente interior da zona de acoplamento das camadas de topo de trabalho adjacentes à camada de elementos de reforço circunferenciais apresenta uma largura axial inferior a $0.5xd$.

3. Pneumático de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a camada de elementos de reforço

circunferenciais apresenta uma largura axial superior a $0.4xS$.

4. Pneumático de acordo com uma das reivindicações precedentes, pelo menos duas camadas de topo de trabalho apresentando larguras axiais diferentes, caracterizado pelo fato de que 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 é compreendida entre 10 e 30 mm.

5. Pneumático de acordo com a reivindicação 4, caracterizado pelo fato de que a camada de topo de trabalho que é axialmente a mais larga está radialmente no interior das outras camadas de topo de trabalho.

6. Pneumático de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que os elementos de reforço de pelo menos uma camada 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.

7. Pneumático de acordo com uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que os elementos de reforço de pelo menos uma camada de elementos de reforço circunferenciais são elementos de reforço metálicos cortados de maneira a formar segmentos de comprimento inferior à circunferência da lona menos longa, mas superior a 0,1 vez a dita circunferência, os cortes entre segmentos sendo axialmente deslocados uns em relação aos outros, o módulo de elasticidade na tração por unidade de largura da camada adicional sendo de preferência inferior ao módulo de elasticidade na tração, medido nas mesmas condições, da camada de topo de trabalho mais extensível.

8. Pneumático de acordo com uma das reivindicações 1 a 5, caracterizado pelo fato de que os elementos de reforço de pelo menos uma camada de elementos de reforço circunferenciais são elementos de reforço

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

9. Pneumático de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que 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°.

10. Pneumático de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que 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.

11. Pneumático de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a armadura de topo é completada radialmente no exterior por pelo menos uma lona 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 inextensíveis da camada de trabalho que lhe é radialmente adjacente.

12. Pneumático de acordo com uma das reivindicações precedentes, caracterizado pelo fato de que a armadura de topo compreende por outro lado uma camada de triangulação formada por elementos de reforço metálicos que formam com a direção circunferencial ângulos superiores a 60°.

13. Etapa de um processo de fabricação de 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 camada para a outra que formam

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, a armadura de topo compreendendo pelo menos uma camada de elementos de reforço circunferenciais radialmente disposta entre duas camadas de topo de trabalho, as camadas de topo de trabalho adjacentes à camada de elementos de reforço circunferenciais sendo de um lado e de outro do plano equatorial e no prolongamento axial da camada de elementos de reforço circunferenciais acopladas em uma largura axial, para serem em seguida separadas por perfilados de mistura de borracha pelo menos no restante da largura comum às ditas duas camadas de trabalho caracterizada pelo fato de que uma camada de mistura polimérica de espessura superior a 1.5 mm em uma largura axial superior a 0.1xd é colocada no lugar axialmente entre a extremidade axialmente exterior da camada de elementos de reforço circunferenciais e a extremidade axialmente interior da zona de acoplamento das camadas de topo de trabalho adjacentes à camada de elementos de reforço circunferenciais e pelo fato de que a plasticidade Mooney da camada de mistura não reticulada é superior à plasticidade Mooney da mistura de calandragem não reticulada das camadas de topo de trabalho adjacentes à camada de elementos de reforço circunferenciais.

14. Etapa de um processo de fabricação de um pneumático de acordo com a reivindicação 13, caracterizada pelo fato de que a plasticidade Mooney da camada de mistura não reticulada é superior a 90 UM e de preferência superior a 95 UM.

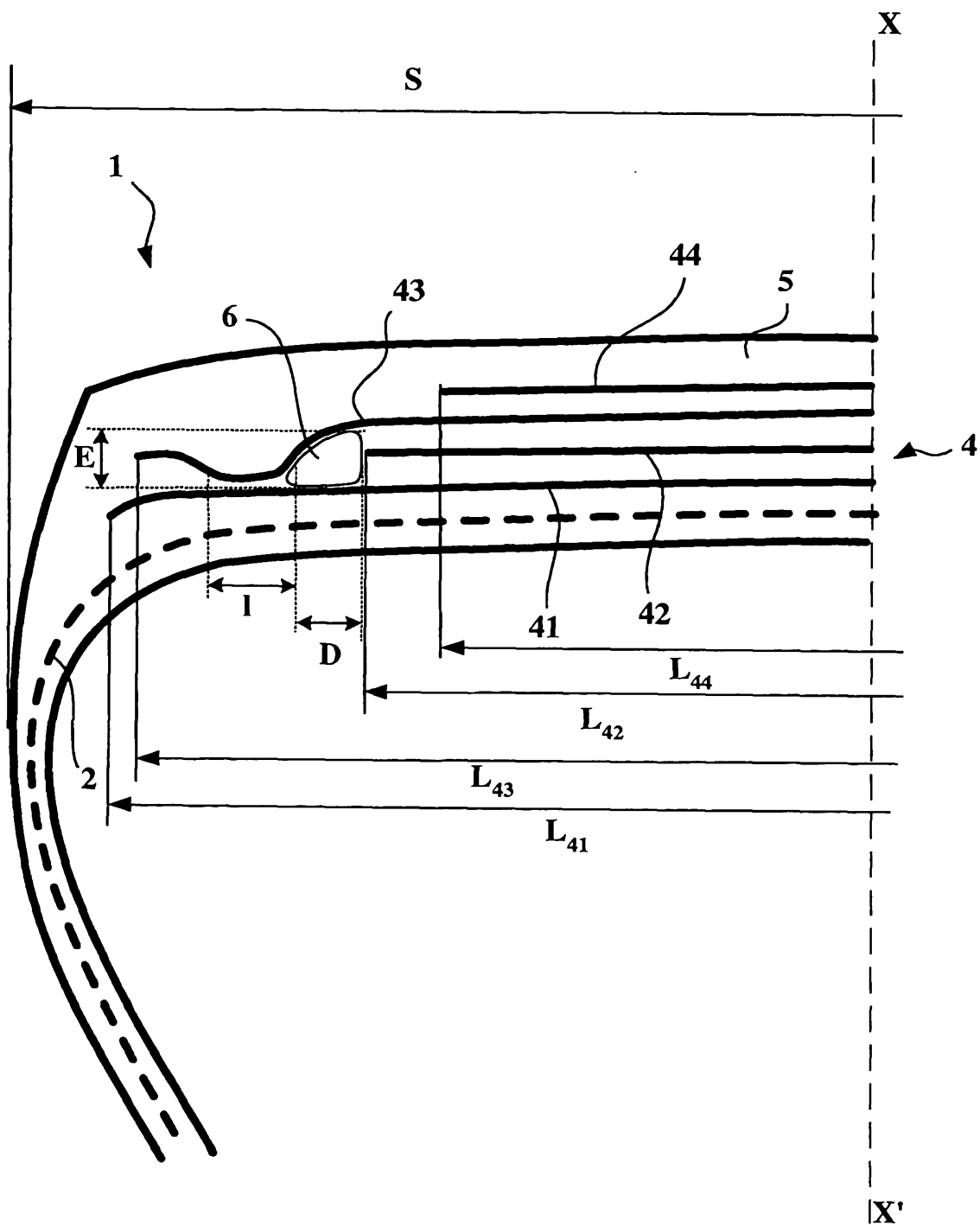


FIG.1

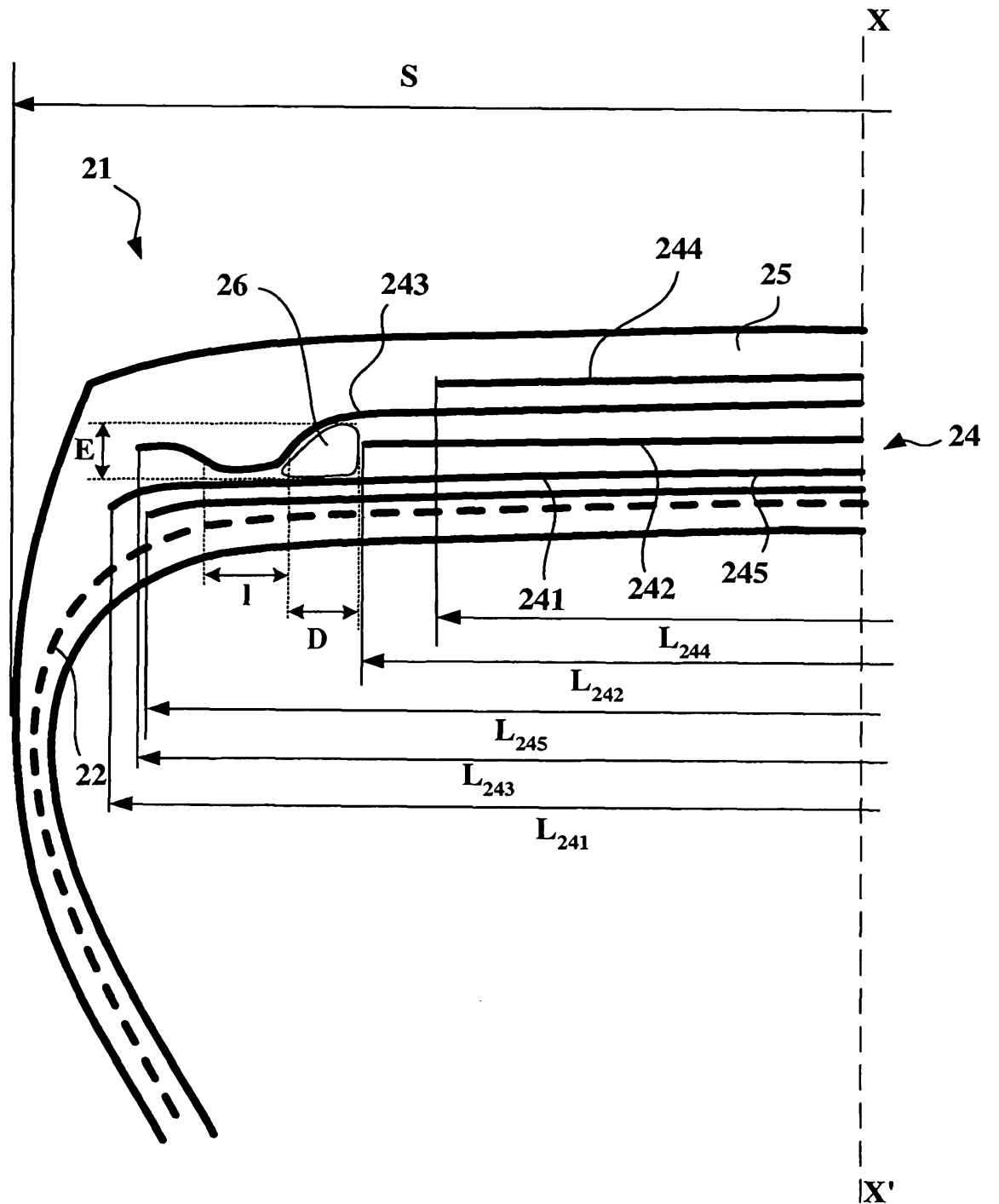


FIG. 2