



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

(11) PI 1101764-3 B1



* B R P I 1 1 0 1 7 6 4 B 1 *

(22) Data do Depósito: 07/02/2011

(45) Data de Concessão: 25/05/2021

(54) Título: PNEU PARA VEÍCULO PESADO

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

(30) Prioridade Unionista: 05/02/2010 JP 2010-024644.

(73) Titular(es): SUMITOMO RUBBER INDUSTRIES, LTD..

(72) Inventor(es): TAKESHI HAMADA.

(57) Resumo: PNEU PARA VEÍCULO PESADO. Um pneu para veículo pesado compreende uma porção de banda de rodagem fornecida com quatro ou cinco ranhuras circunferenciais, de modo a dividir axialmente a porção da banda de rodagem em cinco ou seis porções de nervuras. As cinco ou seis porções de nervuras são um par de porções de nervuras de borda, cada uma fornecida com ranhuras laterais de borda, e três ou quatro porções de nervuras de topo, cada uma fornecida com ranhuras laterais de topo. As ranhuras laterais de topo estendem-se através de toda a largura da porção de nervura de topo. As ranhuras laterais de borda estendem-se axialmente para fora a partir de uma extremidade axialmente interna da porção de nervuras de borda, de modo a terminar em uma distância axial de 78 a 88% da largura axial da porção de nervuras de borda a partir da extremidade axialmente interna mencionada acima. A profundidade das ranhuras circunferenciais é de 15 a 20 mm. A profundidade das ranhuras laterais de topo é de 9 a 30% da profundidade das ranhuras circunferenciais. A profundidade das ranhuras laterais de borda é de 9 a 25% c.a profundidade das ranhuras circunferenciais. A largura da banda de rodagem TW está em uma (...).

"PNEU PARA VEÍCULO PESADO"FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

[001] A presente invenção refere-se a um pneu, mais particularmente a uma configuração de sulcos de banda de rodagem para um pneu de veículo pesado capaz de melhorar a resistência ao desgaste do ombro da porção da banda de rodagem e o desempenho no molhado no período anterior do tempo de vida do desgaste da banda de rodagem.

[002] Pneus de veículos pesados, tais como pneus de lama e de neve e todos os pneus de terreno para uso em terrenos ásperos, são geralmente fornecidos com padrões da banda de rodagem do tipo bloco constituídos por blocos independentes separados uns dos outros por sulcos profundos da banda de rodagem. Por outro lado, os pneus de veículo pesado, tais como pneus de caminhão e ônibus para uso em estradas bem pavimentadas, são geralmente fornecidos com padrões de banda de rodagem do tipo nervura constituídos por nervuras circunferencialmente contínuas, porque as nervuras podem suportar cargas de pneu mais pesadas do que os blocos. Ainda assim, os pneus de veículos pesados com padrões de banda de rodagem do tipo nervura são suscetíveis a sofrer do chamado desgaste de ombro resultante de seus perfis de banda de rodagem relativamente redondos e cargas de pneu pesadas. Especialmente, o desgaste de ombro é suscetível de ocorrer nas rodas dianteiras guiadas porque uma energia de atrito maior é aplicada às porções de ombro da banda de rodagem devido aos alinhamentos das rodas dianteiras, movimentos de guiagem das rodas dianteiras, carga de pneu relativamente leve quando comparada com os

pneus traseiros e semelhantes.

SUMÁRIO DA INVENÇÃO

[003] É, portanto, um objeto da presente invenção fornecer um pneu de veículo pesado apropriado para uso em estradas bem pavimentadas em que, baseado em um padrão de banda de rodagem de cinco/seis nervuras, através do fornecimento de sulcos laterais rasas, as porções de nervura de ombro axialmente mais distantes têm sua rigidez aumentada relativamente a porções de nervuras de coroa axialmente internas e, como resultado, a resistência ao desgaste de ombro é melhorada e o desempenho adicional no molhado no período anterior do tempo de vida do desgaste da banda de rodagem também é melhorado.

[004] De acordo com a presente invenção, um pneu de veículo pesado compreende:

- uma porção de banda de rodagem tendo bordas de banda de rodagem que definem uma largura de banda de rodagem TW;

- um par de porções de flanco que definem uma largura em seção transversal SW do pneu;

- um par de porções de talão, cada uma com um núcleo de talão na mesma;

- uma carcaça que se estende entre as porções de talão através da porção de banda de rodagem e das porções de flanco; e

- uma cinta composta de uma pluralidade de lonas de cinta dispostas radialmente no exterior da carcaça na porção de banda de rodagem, em que:

- a largura da banda de rodagem TW está em uma

faixa de 0,78 a 0,87 vezes a largura da seção transversal SW do pneu;

- a porção da banda de rodagem é fornecida com quatro ou cinco sulcos circunferenciais, cada uma das quais tendo uma profundidade de 15 a 20 mm e se estendendo continuamente na direção circunferencial do pneu, de modo a dividir axialmente a porção da banda de rodagem em cinco ou seis porções de nervuras, em que as cinco ou seis porções de nervuras são um par de porções de nervuras de ombro que se estendem ao longo das bordas da banda de rodagem e fornecidas com sulcos laterais de ombro, e três ou quatro porções de nervuras de coroa dispostas entre as porções de nervuras de ombro e fornecidas com sulcos laterais de coroa;
- a profundidade dos sulcos laterais de coroa está em uma faixa de 9 a 30% da profundidade dos sulcos circunferenciais;
- a profundidade dos sulcos laterais de ombro está em uma faixa de 9 a 25% da profundidade dos sulcos circunferenciais;
- as ditas sulcos laterais de coroa são dispostas em intervalos na direção circunferencial do pneu e estendem-se através da largura total da porção de nervura de coroa; e
- as ditas sulcos laterais de ombro são dispostas em intervalos na direção circunferencial do pneu e estendem-se axialmente para fora a partir de

uma borda axialmente interna da porção de nervura de ombro, de modo a terminar em uma distância axial de 78 a 88% da largura axial da porção de nervuras de ombro a partir da dita borda axialmente interna.

[005] Uma vez que as sulcos laterais de coroa e as sulcos laterais de ombro são rasas, as porções de nervuras de ombro e porções de nervuras de coroa mantêm continuidade substancial na direção circunferencial do pneu e, como resultado, retêm a capacidade de uma nervura suportar cargas de pneu mais pesadas do que blocos. Além disso, as sulcos laterais de ombro são terminadas sem alcançar as bordas da banda de rodagem, portanto, a rigidez nas porções de nervuras de coroa é diminuída mais do que nas porções de nervuras de ombro apropriadamente para melhorar a distribuição da pressão de contato com o solo, de modo que a energia de atrito torne-se igualada entre as porções de nervuras de ombro e as porções de nervuras de coroa. Assim, o desgaste de ombro é melhorado sem sacrificar a resistência ao desgaste da banda de rodagem. Além disso, o desempenho no molhado, tal como aderência no molhado, pode ser melhorado pelas bordas das sulcos laterais, bem como drenagem pelas sulcos laterais.

[006] Aqui, a largura da banda de rodagem TW é a distância axial entre as bordas da banda de rodagem Te medida sob uma condição não carregada normalmente inflada do pneu.

[007] As bordas da banda de rodagem Te são as bordas mais distantes axiais do trecho de contato com o

solo (ângulo de curvatura = 0) em uma condição carregada normalmente inflada do pneu.

[008] A condição não carregada normalmente inflada é tal que o pneu é montado sobre um aro de roda padrão e inflado a uma pressão padrão, mas carregado com nenhuma carga de pneu.

[009] A condição carregada normalmente inflada é tal que o pneu é montado sobre o aro de roda padrão e inflado a uma pressão padrão e carregado com a carga de pneu padrão.

[010] O aro de roda padrão é um aro de roda oficialmente aprovado ou recomendado para o pneu por organizações padrão, isto é, JATMA (Japão e Ásia), T&RA (América do Norte), ETRTO (Europa), TRAA (Austrália), STRO (Escandinávia), ALAPA (América Latina), ITTAC (Índia) e semelhantes, que são eficazes na área onde o pneu é fabricado, vendido ou usado. A pressão padrão e a carga de pneu padrão são a pressão de ar máxima e a carga de pneu máxima para o pneu especificado pela mesma organização na Tabela de Pressão de Ar/Carga Máxima ou lista similar. Por exemplo, o aro de roda padrão é o "aro padrão" especificado em JATMA, o "Aro de Medição" em ETRTO, o "Aro de Projeto" em TRA ou semelhantes. A pressão padrão é a "pressão de ar máxima" em JATMA, a "Pressão de Inflação" em ETRTO, a pressão máxima dada na tabela "Limites de Carga de Pneu em Várias Pressões de Inflação a Frio" em TRA ou semelhantes. A carga padrão é a "capacidade de carga máxima" em JATMA, a "Capacidade de Carga" em ETRTO, o valor máximo dado na tabela acima mencionada em TRA ou semelhantes.

[011] Neste pedido, incluindo relatório e reivindicações, várias dimensões, posições e semelhantes do pneu referem-se àquelas sob a condição não carregada normalmente inflada do pneu, a menos que indicado ao contrário.

[012] O termo "largura" de um sulco significa uma dimensão medida perpendicularmente em relação à linha central no sentido da largura do sulco, a menos que indicado ao contrário.

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

[013] A figura 1 é uma vista em seção transversal de um pneu para veículo pesado de acordo com a presente invenção, mostrando seu estado não carregado normalmente inflado.

[014] A figura 2 é uma vista em seção transversal aumentada da porção de banda de rodagem do mesmo.

[015] A figura 3 é uma vista plana parcial desenvolvida do pneu para veículo pesado, mostrando a porção de banda de rodagem do mesmo.

[016] A figura 4 é uma vista plana parcial da porção da banda de rodagem, mostrando a porção de nervuras de ombro.

[017] A figura 5 é uma vista plana parcial da porção da banda de rodagem, mostrando as porções de nervuras de coroa.

[018] A figura 6 é uma vista plana parcial desenvolvida de um pneu para veículo pesado usado nos testes comparativos mencionados abaixo como um exemplo comparativo de referência 1.

DESCRIÇÃO DAS MODALIDADES PREFERIDAS

[019] Tomando um pneu radial de caminhão/ônibus como um exemplo, as modalidades da presente invenção serão agora descritas em detalhes em conjunto com os desenhos anexos.

[020] De acordo com a presente invenção, o pneu de veículo pesado 1 compreende uma porção de banda de rodagem 2, um par de porções de flanco 3, um par de porções de talão 4, cada um com um núcleo de talão 5 no mesmo, uma carcaça 6 estendendo-se entre as porções de talão 4 através da porção de banda de rodagem 2 e das porções de flanco 3, e uma cinta 7 disposta radialmente no exterior da carcaça 6 na porção de banda de rodagem 2, a fim de reforçar a largura substancialmente inteira da porção de banda de rodagem 2.

[021] A carcaça 6 é composta de pelo menos uma (neste exemplo, somente uma) lona de carcaça 6A de cabos dispostos radialmente a um ângulo de 75 a 90 graus em relação ao equador do pneu C, estendendo-se entre as porções de talão 4 através da porção de banda de rodagem 2 e das porções de flanco 3, e lonada para cima em torno do núcleo do talão 5 em cada uma das porções de talão a partir do interior para o exterior do pneu para formar um par de porções de lonas de carcaça dobradas para cima 6b e uma porção principal de lona de carcaça 6a entre elas. Neste exemplo, cabos de aço são usados como os cabos da carcaça.

[022] A cinta 7 é composta de pelo menos duas lonas transversas 7A e 7B, neste exemplo, quatro lonas 7A-7D incluindo as duas lonas transversas 7A-7B. As lonas da

cinta são, cada uma, feitas de cabos revestidos de borracha de módulo elástico elevado, por exemplo, cabos de aço ou semelhantes colocados em paralelo uns com os outros a um ângulo de 15 a 45 graus em relação ao equador do pneu C. A lona mais ampla que define a largura da cinta 7 é, neste exemplo, a segunda lona 7B próxima à primeira lona radialmente mais interna 7A.

[023] De acordo com a presente invenção, a porção da banda de rodagem 2 é fornecida com quatro ou cinco sulcos circunferenciais 8 estendendo-se continuamente na direção circunferencial do pneu.

[024] Na modalidade mostrada nos desenhos, a porção da banda de rodagem 2 é fornecida com quatro sulcos circunferenciais 8, que são: um par de sulcos circunferenciais de ombro 8s dispostas uma em cada lado do equador do pneu C como um sulco circunferencial mais próxima da borda da banda de rodagem Te; e um par de sulcos circunferenciais de coroa 8c dispostas uma em cada lado do equador do pneu C e entre as sulcos circunferenciais de ombro 8s. A porção da banda de rodagem 2 é, portanto, axialmente dividida em cinco porções de nervura (regiões anulares), que são: duas porções de nervuras de ombro 14, cada uma definida entre uma das bordas da banda de rodagem Te e uma das sulcos circunferenciais 8 adjacentes às mesmas; e três porções de nervuras de coroa 11 entre as duas porções de nervuras de ombro 14.

[025] No caso da porção da banda de rodagem 2 fornecida com cinco sulcos circunferenciais 8, além das sulcos circunferenciais de ombro 8s mencionadas acima e

sulcos circunferenciais de coroa 8c, a porção da banda de rodagem 2 é ainda fornecida com um sulco circunferencial de coroa 8c disposta sobre o equador do pneu C. Portanto, a porção da banda de rodagem 2 é axialmente dividida em seis porções de nervuras que são as duas porções de nervuras de ombro 14 mencionadas acima e quatro porções de nervuras de coroa 11 entre as mesmas.

[026] Em cada caso, o padrão da banda de rodagem é um padrão de banda de rodagem bidirecional, em outras palavras, simetria de ponto sobre qualquer ponto no equador do pneu.

[027] As três ou quatro porções de nervuras de coroa 11 mencionadas acima incluem: um par de porções de nervuras de coroa axialmente externas 11o, cada uma definida entre uma das sulcos circunferenciais de ombro 8s e uma das sulcos circunferenciais de coroa 8c adjacentes às mesmas; e uma ou duas porções de nervuras de coroa axialmente internas 11i entre as sulcos circunferenciais de coroa adjacentes 8c.

[028] Cada uma das porções de nervuras de coroa 11 é fornecida com sulcos laterais de coroa 15 dispostas em intervalos na direção circunferencial do pneu.

[029] Cada uma das porções de nervuras de ombro 14 é fornecida com sulcos laterais de ombro 18 dispostas em intervalos na direção circunferencial do pneu.

[030] As sulcos laterais de ombro 18 estão dispostas em passos circunferenciais P, as mesmas que os passos circunferenciais das sulcos laterais de coroa 15.

[031] Como mostrado na figura 2, quando comparadas

com as sulcos circunferenciais 8, as sulcos laterais de coroa 15 e sulcos laterais de ombro 18 são muito rasas.

[032] As sulcos laterais de coroa 15 estendem-se através da largura total da porção de nervuras de coroa 11, portanto, a porção de sulcos de coroa 11 parece ser circunferencialmente dividida em blocos 11B em uma fileira. Mas, como as sulcos laterais de coroa 15 são muito rasas como explicado acima, os blocos de coroa 11B, substancialmente, não são separados uns dos outros pelas sulcos laterais de coroa 15 e, como resultado, a porção de sulcos de coroa 11 retém a continuidade na direção circunferencial do pneu.

[033] As sulcos laterais de ombro 18 estendem-se a partir da borda interna axial 14i da porção de nervuras de ombro 14 em direção à borda externa axial ou à borda da banda de rodagem Te e terminam sem alcançar a borda da banda de rodagem Te. Conseqüentemente, a porção de nervuras de ombro 14 é contínua na direção circunferencial do pneu na aparência. Além disso, devido às sulcos laterais de ombro rasas 18, mesmo na parte fornecida com as sulcos laterais de ombro 18, a porção de nervuras de ombro 18 retém a continuidade na direção circunferencial do pneu. Assim, a porção de nervuras de ombro 14 é considerada como uma nervura substancialmente quase contínua.

[034] A fim de ajustar ou diminuir a rigidez das porções de nervuras de coroa 11, o uso de lamelas S é preferível para mudar as profundidades das sulcos laterais 15. Incidentalmente, a lamela S é um corte ou sulco fina tendo uma largura de não mais do que 1,5 mm.

[035] De preferência, as lamelas S são fornecidas dentro das sulcos laterais de coroa 15, de modo que uma lamela S seja formada no fundo 15U de cada sulco 15 e estenda-se ao longo da linha central no sentido da largura do sulco 15.

[036] As sulcos circunferenciais 8 mencionadas acima são substancialmente sulcos retos.

[037] É preferível que as sulcos circunferenciais 8 estejam dispostas simetricamente próximas ao equador do pneu C. Por exemplo, a linha central no sentido da largura 10G de cada uma das sulcos circunferenciais de ombro 8s está posicionada em uma distância axial L2 de 19 a 23% da largura da banda de rodagem TW axialmente para dentro a partir da borda da banda de rodagem Te.

[038] Com exceção do sulco circunferencial de coroa 8d disposta no equador do pneu, a linha central no sentido da largura 9G de cada uma das sulcos circunferenciais de coroa 8c está posicionada em uma distância axial L1 de 8 a 12% da largura da banda de rodagem TW a partir do equador do pneu C.

[039] As porções de nervuras de ombro 14 têm uma largura axial Ws e as porções de nervuras de coroa 11 têm larguras axiais Wc (Wc1, Wc2).

[040] A largura axial Ws é fixada em uma faixa não menor do que 1,3 vezes, de preferência não menor do que 1,35 vezes, mas não mais do que 1,6 vezes, de preferência não mais do que 1,5 vezes um valor Wcmin, que é um dos valores das larguras axiais Wc que não é maior do que qualquer um dos outros.

[041] A relação $Wc2/Wc1$ da largura axial $Wc2$ das porções de nervuras de coroa axialmente externas 11o para a largura axial $Wc1$ da(s) porção(ões) de nervuras de coroa axialmente interna(s) 11i é fixada em uma faixa de 0,95 a 1,05, a fim de igualar a distribuição de pressão no solo entre as porções de nervuras de coroa.

[042] Na modalidade mostrada nos desenhos, a largura axial $Wc1$ da porção de nervuras de coroa 11 disposta no equador do pneu é menor do que a largura axial $Wc2$ da porção de nervuras de coroa 11 em cada lado do mesmo.

[043] Deste modo, entre as porções de nervuras 11 e 14, a distribuição de rigidez é melhorada, o que ajuda a melhorar a resistência ao desgaste, a estabilidade de funcionamento plano e o desempenho em curvas.

[044] As sulcos circunferenciais 8 têm, cada uma, uma profundidade $D1$ em uma faixa de 15 a 20 mm. Além disso, as sulcos circunferenciais 8 têm, cada uma, uma largura $W1$ em uma faixa não menor do que 10 mm, de preferência não menor do que 12 mm, mas não mais do que 18 mm, de preferência não mais do que 16 mm, a fim de melhorar a drenagem e a rigidez das porções de nervuras 11 e 14 de um modo bem equilibrado.

[045] As profundidades $D2$ das sulcos laterais de coroa 15 são fixadas em uma faixa não menor do que 9%, de preferência não menor do que 10%, mas não mais do que 30%, de preferência não mais do que 25%, mais preferivelmente não mais do que 20% da profundidade $D1$ do sulco circunferencial 8 adjacente.

[046] As larguras W2 das sulcos laterais de coroa 15 são fixadas em uma faixa não menor do que 2,5 mm, de preferência não menor do que 3,0 mm, mas não mais do que 6,0 mm, de preferência não mais do que 5,5 mm a fim de obter a drenagem e a rigidez da porção de nervuras de coroa 11 de um modo bem equilibrado. Prefere-se que a largura W2 seja constante ao longo do comprimento total do sulco lateral de coroa 15.

[047] As profundidades D3 das sulcos laterais de ombro 18 são fixadas em uma faixa não menor do que 9%, de preferência não menor do que 10%, mas não mais do que 25%, de preferência não mais do que 22%, mais preferivelmente não mais do que 20% da profundidade D1 do sulco circunferencial 8 adjacente.

[048] As larguras W3 das sulcos laterais de ombro 18 são fixadas em uma faixa não menor do que 2,5 mm, de preferência não menor do que 3,0 mm, mas não mais do que 6,0 mm, preferivelmente não mais do que 5,5 mm. Prefere-se que a largura W3 seja igual a W2 e constante ao longo de todo o comprimento do sulco lateral de ombro 18.

[049] A extensão axial L4 do sulco lateral de ombro 18, que é, como mostrado na figura 4, medida na linha central no sentido da largura a partir da borda interna axial 18i para a borda externa axial 18o da mesma, é fixada em uma faixa não menor do que 78%, de preferência não menor do que 80%, mas não mais do que 88%, de preferência não mais do que 86% da largura axial Ws da porção de nervura de ombro 14.

[050] Portanto, devido ao arranjo descrito acima e

às estruturas das sulcos 8, 15 e 18, a rigidez nas porções de nervura de coroa 11 torna-se diminuída em comparação com a rigidez nas porções de nervuras de ombro 14. Como resultado de tal distribuição de rigidez na porção da banda de rodagem 2, a energia de atrito aplicada à porção da banda de rodagem 2 torna-se igual entre a porção de nervuras de ombro 14 e a porção de nervuras de coroa 11 e, portanto, é possível controlar a ocorrência de desgaste de ombro, a saber, desgaste parcial tal que as porções de nervuras de ombro 14 desgastem mais rapidamente do que as outras porções.

[051] Se a profundidade D1 das sulcos circunferenciais 18 é mais do que 20 mm, a porção de nervuras 11 e 14 são diminuídas na dureza lateral (rigidez) e a resistência ao desgaste e estabilidade da direção são suscetíveis de deteriorar. Se a profundidade D1 é menor do que 15 mm, à medida que o volume das sulcos diminui, é difícil fornecer a drenagem necessária.

[052] Se o número de sulcos circunferenciais 8 é menor do que 4, é difícil fornecer um desempenho no molhado suficiente para o pneu. Se o número de sulcos circunferenciais 8 é mais do que 5, à medida que as porções de nervuras têm a rigidez diminuída, é difícil melhorar a resistência ao desgaste da porção da banda de rodagem, em particular, a resistência ao desgaste do ombro.

[053] Se a profundidade do sulco D2 dos sulcos laterais de coroa 15 é mais do que 30% da profundidade do sulco D1 do sulco circunferencial 8, então a rigidez nas porções de nervuras de coroa 11 é diminuída e a resistência

ao desgaste é diminuída. Se a profundidade do sulco D2 é menor do que 9% da profundidade do sulco D1, então é difícil melhorar o desempenho no molhado.

[054] Se a largura axial W_s da porção de nervuras de ombro 14 é menor do que 1,3 vezes o valor W_{cmin} , então se torna difícil prevenir a atrito das porções de nervuras de ombro 14 com o solo, portanto, o desgaste do ombro tende a ocorrer. Se a largura axial W_s é mais do que 1,6 vezes o valor W_{cmin} , na zona central da banda de rodagem, a borracha da banda de rodagem torna-se suscetível de enferrujar nas bordas dos sulcos laterais de coroa 15.

[055] Se a profundidade do sulco D3 dos sulcos laterais de ombro 18 é mais do que 25% da profundidade do sulco D1 do sulco circunferencial 8, então a rigidez nas porções de nervuras de ombro 4 é diminuída e a resistência ao desgaste é diminuída. Se a profundidade do sulco D3 é menor do que 9% da profundidade do sulco D1, então é difícil melhorar o desempenho no molhado.

[056] Se a extensão axial L4 dos sulcos laterais de ombro 18 é mais do que 88% da largura axial W_s da porção de nervuras de ombro 14, então a rigidez das porções de nervuras de ombro 14 é grandemente diminuída e é difícil controlar o desgaste do ombro. Se a extensão axial L4 é menor do que 78% da largura axial W_s , então um desgaste desigual é suscetível de ocorrer ao longo dos sulcos circunferenciais de ombro 8s. Além disso, torna-se difícil melhorar o desempenho no molhado.

[057] Em cada uma das porções de nervuras de ombro 14, como mostrado na figura 4, os sulcos laterais de ombro

18 são encurvadas em uma posição substancialmente intermediária 20a da largura axial W_s da porção de nervuras de ombro 14, e os sulcos laterais de ombro 18 são formadas na mesma configuração. Portanto, o sulco lateral de ombro 18 é composta de uma parte axialmente interna 20 estendendo-se a partir do borda axialmente interna 14i da porção de nervuras de ombro 14 em direção à borda da banda de rodagem T_e a um ângulo α_4 e de uma parte axialmente externa 21 estendendo-se a partir da parte axialmente interna 20 em direção à borda da banda de rodagem T_e a um ângulo α_5 , em que o ângulo α_4 é não menos do que 10 graus, de preferência não menos do que 12 graus, mas não mais do que 35 graus, de preferência não mais do que 33 graus em relação à direção axial do pneu, e o ângulo α_5 está em uma faixa de -10 a 10 graus (de 0 a 10 graus se a direção de inclinação é deixada fora de consideração), de preferência não mais do que 9 graus em relação à direção axial do pneu. Uma vez que as bordas dos sulcos laterais de ombro 18 estão inclinadas em relação à direção axial do pneu, o desempenho de aderência na estrada durante as curvas e a estabilidade da direção podem ser melhorados.

[058] Se o ângulo α_4 da parte axialmente interna 20 é mais do que 35 graus, então o ângulo β de um canto 14a entre a parte axialmente interna 20 e o sulco circunferencial de ombro 8s torna-se muito estreito e o canto 14a é suscetível de ser arrancado. Se o ângulo α_4 é menor do que 10 graus, então a estabilidade da direção durante a execução de curvas não pode ser melhorada.

[059] A distância circunferencial L_3 entre a borda

interna axial 18i e a borda externa axial 18o do sulco lateral de ombro 18 medida na linha central no sentido da largura 18c da mesma é de preferência fixada em uma faixa de não menos do que 10%, mais preferivelmente não menos do que 15%, mas não mais do que 30%, mais preferivelmente não mais do que 25% do passo circunferencial P entre os sulcos laterais de ombro circunferencialmente adjacentes 18. Se a distância circunferencial L3 é mais do que 30% do passo circunferencial P, então a rigidez na porção de nervuras de ombro 14 não pode ser eficazmente diminuída e o desgaste do ombro é suscetível de ocorrer. Se a distância circunferencial L3 é menor do que 10% do passo circunferencial P, então o desempenho de aderência na estrada durante a execução de curvas e a estabilidade da direção não podem ser melhorados.

[060] Como mostrado na figura 2, em cada lado do equador do pneu, a distância axial A da borda externa axial 18o do sulco lateral de ombro 18 a partir do equador do pneu C é de preferência fixada em uma faixa de não menos do que 95%, mais preferivelmente não menos do que 97%, mas não mais do que 105%, mais preferivelmente não mais do que 103% da distância axial BW da borda externa axial 7e da cinta 7 a partir do equador do pneu C. Empregando este arranjo, a largura total da parte sulcada da porção da banda de rodagem fornecida com os sulcos laterais de ombro e sulcos laterais de coroa é reforçada, portanto, o desgaste desigual devido às sulcos laterais (aumento da rigidez) pode ser prevenido.

[061] A distância axial BW é fixada em uma faixa

de não menos do que 0,85 vezes, de preferência não menos do que 0,86 vezes, mas não mais do que 0,95 vezes, de preferência não mais do que 0,94 vezes a metade ($TW/2$) da largura da banda de rodagem TW . Se a distância axial BW é menor do que 0,85 vezes $TW/2$, ela não pode reforçar a largura total da porção de banda de rodagem, portanto, desgastes desiguais tornam-se suscetíveis de ocorrer. Se a distância axial BW é mais do que 0,95 vezes $TW/2$, a durabilidade do reforço é suscetível de ocorrer. Além disso, o peso do pneu é desfavoravelmente aumentado.

[062] A profundidade da lamela S mencionada acima é fixada para ser menor do que a profundidade $D1$ do sulco circunferencial adjacente 8 , de preferência menor do que 80% da profundidade $D1$. A lamela S estende-se através da largura total da porção de nervuras e ambas as bordas são abertas. A fim de otimizar a distribuição de rigidez em uma porção de nervuras em que as lamelas S são fornecidas, as lamelas S são diminuídas na profundidade em ambas as suas porções de borda S_o , de modo que a relação $Ds1/Ds2$ da profundidade $Ds1$ nas porções de bordas abertas S_o para a profundidade $Ds2$ na porção central S_i vai para dentro de uma faixa de 0,5 a 0,8.

[063] Em comparação com a largura da seção de pneu SW , a largura da banda de rodagem TW é ajustada para ser levemente mais ampla do que o usual. Especificamente, a relação TW/SW da largura da banda de rodagem TW para a largura da seção de pneu SW é fixada em uma faixa de 0,78 a 0,87. Como resultado, a dureza lateral do pneu é aumentada para melhorar a estabilidade da direção. Além disso, o

atrito das porções de nervuras de ombro com o solo é diminuído e o desgaste do ombro pode ser melhorado. Se a relação T_w/SW é menor do que 0,78, a área de contato com o solo torna-se estreita, e a resistência ao desgaste da porção da banda de rodagem 2 tende a diminuir. Se a relação T_w/SW é mais do que 0,87, as porções da flanco, especialmente em uma região a partir da posição máxima da largura da seção de pneu para as bordas da banda de rodagem, tornam-se relativamente planas e, como resultado, o conforto da viagem tende a se deteriorar.

[064] Como explicado acima, os sulcos laterais de coroa 15 e os sulcos laterais de ombro 18 são muito rasos, portanto, a fim de orientar eficazmente a água nos sulcos circunferenciais 8 para os sulcos laterais 15 e 18, os sulcos laterais 15 e 18 são estendidas radialmente para dentro a partir de suas bordas axiais para os fundos dos sulcos circunferenciais 8 ao longo das paredes laterais dos sulcos circunferenciais 8, de modo que cada uma das paredes laterais tenha partes sulcadas estendendo-se radialmente (B), alternando com superfícies substancialmente planas (F) da flanco.

[065] A parte sulcada estendendo-se radialmente (B) neste exemplo é gradualmente aumentada na largura (medição na direção circunferencial do pneu) a partir de seu fundo (parte mais profunda ocorrendo na direção axial do pneu) para sua abertura (na flanco). Assim, esta parte (B) tem uma forma de seção transversal substancialmente trapezoidal. A profundidade da parte sulcada estendendo-se radialmente (B) é limitada na mesma faixa que o sulco

lateral.

[066] Nesta modalidade, dois tipos de sulcos em ziguezague, sulco em ziguezague do tipo oblíquo 16 e sulco em ziguezague do tipo paralelo 17, são usados como os sulcos laterais 15.

[067] O sulco em ziguezague do tipo oblíquo 16 estende-se em ziguezague ao longo de uma linha oblíqua inclinando-se em relação à direção axial do pneu para uma direção circunferencial.

[068] O sulco em ziguezague do tipo paralelo 17 estende-se em ziguezague ao longo de uma linha reta substancialmente paralela à direção axial do pneu.

[069] Mais especificamente, o sulco em ziguezague do tipo oblíquo 16 é composta de três partes lineares, que são: uma primeira parte oblíqua 16A, uma segunda parte oblíqua 16B e uma terceira parte oblíqua 16C que são inclinadas em relação à direção axial do pneu para uma direção circunferencial (no desenho, inclinação até o lado direito). A primeira parte oblíqua 16A estende-se a partir de uma borda axial em direção à outra borda axial da porção de nervuras de coroa 11, enquanto inclina-se em direção a um ângulo α_1 em relação à direção axial do pneu. A segunda parte oblíqua 16B estende-se a partir da primeira parte oblíqua 16A em direção à outra borda axial da porção de sulcos de coroa 11, enquanto inclina-se em relação à direção axial do pneu a um ângulo α_2 mais do que o ângulo α_1 . A terceira parte oblíqua 16C estende-se a partir da segunda parte oblíqua 16B para a outra borda axial da porção de nervuras de coroa 11, enquanto inclina-se em

relação à direção axial do pneu a um ângulo α_3 menor do que o ângulo α_2 . O ângulo α_1 é fixado na faixa de 15 a 25 graus. O ângulo α_2 é fixado em uma faixa de 40 a 50 graus. O ângulo α_3 é fixado em uma faixa de 15 a 25 graus. De preferência, o ângulo α_1 é igual ao ângulo α_3 .

[070] O sulco em ziguezague do tipo paralelo 17 é composta de três partes lineares, que são: uma primeira parte oblíqua 17A, uma segunda parte oblíqua 17B e uma terceira parte oblíqua 17C. A primeira parte oblíqua 17A estende-se a partir de uma borda axial em direção à outra borda axial da porção de nervuras de coroa 11, enquanto inclina-se em uma direção circunferencial a um ângulo α_6 em relação à direção axial do pneu. A segunda parte oblíqua 17B estende-se a partir da primeira parte oblíqua 17A em direção à outra borda axial de porção de nervuras de coroa 11, enquanto inclina-se para a outra direção circunferencial oposta à primeira parte oblíqua 17A a um ângulo α_7 em relação à direção axial do pneu. A terceira parte oblíqua 17C estende-se a partir da segunda parte oblíqua 17B para a outra borda axial da porção de nervuras de coroa 11, enquanto inclina-se em uma direção circunferencialmente oposta à segunda parte oblíqua 17B a um ângulo α_8 em relação à direção axial do pneu. O ângulo α_6 é fixado em uma faixa de 15 a 25 graus. O ângulo α_7 é fixado em uma faixa de -15 a -25 graus. O ângulo α_8 é fixado em uma faixa de 15 a 20 graus. Neste exemplo, os ângulos α_6 , α_7 e α_8 são dos mesmos valores.

[071] No caso em que a porção da banda de rodagem é fornecida com os quatro sulcos circunferenciais 8 como

mostrado nos desenhos, é preferível que os sulcos laterais de coroa 15 fornecidas nas porções de nervuras de coroa axialmente externas 11o sejam o sulco em ziguezague do tipo paralelo 17, e os sulcos laterais de coroa 15 fornecidas na porção de sulcos de coroa axialmente internas 11i dispostas no equador do pneu C sejam o sulco em ziguezague do tipo oblíquo 16.

[072] No caso em que a porção da banda de rodagem é fornecida com os cinco sulcos circunferenciais 8, os sulcos laterais de coroa 15 fornecidas nas porções de sulcos de coroa axialmente externas 11o são o sulco em ziguezague do tipo paralelo 17, e os sulcos laterais de coroa 15 fornecidas nas porções de nervuras de coroa axialmente internas 11i dispostas uma em cada lado do equador de pneu C podem ser o sulco em ziguezague do tipo oblíquo 16 ou, alternativamente, o sulco em ziguezague do tipo paralelo 17.

[073] Em qualquer caso, é preferível que os sulcos laterais (15, 18) em cada porção de nervuras (11, 14) sejam substancialmente paralelos umas às outras.

[074] Além disso, a fim de facilitar a drenagem a partir da zona central da banda de rodagem em direção às bordas da banda de rodagem, prefere-se que uma extensão imaginária de cada sulco lateral (15, 18) coincida com uma extensão imaginária de uma dos sulcos laterais axialmente adjacentes (15, 18).

[075] Mais especificamente, no caso do exemplo mostrado na figura 3, uma extensão axialmente interna da linha central no sentido da largura 17C de cada uma dos

sulcos em ziguezague do tipo paralelo 17 (sulco lateral 15) coincide com uma extensão axialmente externa da linha central no sentido da largura 16C de uma dos sulcos em ziguezague do tipo oblíquo 16 (sulco lateral 15), e uma extensão axialmente externa da linha central no sentido da largura 17C do sulco em ziguezague do tipo paralelo 17 mencionada acima (sulco lateral 15) coincide com uma extensão axialmente interna da linha central no sentido da largura 18C de uma dos sulcos laterais de ombro 18.

[076] Através de configurações em ziguezague dos sulcos em ziguezague 16 e 17, o comprimento total das bordas dos sulcos aumenta e o desempenho de aderência na estrada pode ser melhorado.

[077] Uma vez que os sulcos do tipo oblíquo 16 são inclinadas em uma direção, à medida que o pneu gira, a água existente entre a superfície da banda de rodagem e a superfície da estrada é orientada em direção aos sulcos 16 e o desempenho de drenagem é melhorado. Se os ângulos α_1 , α_2 e α_3 estão fora das faixas mencionadas acima, torna-se difícil melhorar o desempenho de drenagem.

[078] Uma vez que o ângulo α_1 é igual ao ângulo α_3 e o ângulo α_6 é igual ao ângulo α_8 , a rigidez da porção de nervuras de coroa é igualada entre ambas as porções de borda na direção axial do pneu e a ocorrência de desgaste desigual é eficazmente controlada.

[079] Os sulcos em ziguezague 16 e 17 são fornecidas com as lamelas S ao longo de suas linhas centrais no sentido da largura, isto é, linhas centrais em ziguezague, como explicado acima, portanto, as paredes

opostas das partes das porções de nervuras, cujas partes são divididas pelas lamelas, podem engatar umas com as outras quando submetidas à uma força de compartilhamento. Como resultado, a porção de nervuras funciona como uma nervura contínua contra as forças laterais aplicadas e uma deterioração da estabilidade da direção pode ser prevenida.

[080] A fim de que objetos pequenos, tais como pedras sobre as estradas, não sejam aprisionados dentro dos sulcos circunferenciais 8, prefere-se que pelo menos os sulcos circunferenciais de coroa 8c sejam providas no fundo do sulco 9U com uma pluralidade de corcovas H independentes. As corcovas H são dispostas em intervalos ao longo da linha central no sentido da largura do sulco e, neste exemplo, a corcova H tem uma configuração substancialmente retangular como mostrado nas figuras 1 e 2.

TESTES DE COMPARAÇÃO

[081] De acordo com a estrutura interna mostrada na figura 1 e o padrão de banda de rodagem mostrado na figura 1, os pneus de veículos pesados de tamanho 295/80R22,5 (tamanho do aro: 22,5 x 9,00) para caminhão e ônibus foram preparados e testados para a resistência ao desgaste de ombro e desempenho no molhado.

[082] Todos os pneus tinham as mesmas estruturas, exceto para as especificações mostradas na tabela 1 em anexo.

[083] Teste de desempenho no molhado:

[084] Um carro de teste (caminhão do tipo de roda 2DD) munido nas rodas dianteiras com pneus de teste

(pressão do pneu: 850 kPa) correu ao longo de um círculo com 60 m de raio em uma estrada com asfalto molhado coberto com água na profundidade de 1-2 mm e o melhor tempo para executar cinco voltas foi medido. A carga de pneu vertical foi 50% da carga do pneu especificado por ETRTO. O número recíproco do tempo medido em segundos é indicado na tabela 1 em anexo por um índice baseado no exemplo comparativo de referência 1 sendo 100, sendo que o valor maior é melhor.

[085] Teste de resistência ao desgaste de ombro:

[086] Após o carro de teste acima mencionado ter corrido 20.000 km, a diferença no raio do pneu entre as porções de nervuras de ombro 14 e as porções de nervuras de coroa axialmente externas 110 foi medida como a quantidade de desgaste do ombro. Os resultados são indicados na tabela 1 em anexo, sendo que quanto menor o valor, maior a resistência ao desgaste do ombro.

[087] A partir dos resultados, foi confirmado que tanto a resistência ao desgaste do ombro como o desempenho no molhado podem ser melhorados.

TABELA 1

Pneu	Ref. 1	Ref. 2	Ref. 3	Ref. 4	Ref. 5	Ref. 6	Ref. 7	Ref. 8	Ref. 9	Ref. 10
Padrão de banda de rodagem (fig.)	6	3	3	3	3	3	3	3	3	3
D2/D1 (%)	-	7	9	15	25	30	32	20	20	20
D3/D1 (%)	-	7	7	7	7	7	7	7	9	13
L4/Ws (%)	-	76	76	76	76	76	76	76	76	76
A/BW (%)	-	92	92	92	92	92	92	92	92	92
L3/P (%)	-	16	16	16	16	16	16	16	16	16
BW/ (TW/2) (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Desgaste do ombro (mm)	0,5	0,7	0,7	0,8	0,8	1,1	1,2	0,8	0,7	0,9
Desempenho no molhado	100	102	104	106	108	110	107	105	106	106
Pneu	Ref. 11	Ref. 12	Ref. 13	Ex. 1	Ex. 2	Ex. 3	Ex. 4	Ex. 5	Ex. 6	Ex. 7
Padrão de banda de rodagem (fig.)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
D2/D1 (%)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
D3/D1 (%)	25	27	17	17	17	17	17	17	17	17
L4/Ws (%)	76	76	76	78	83	88	90	83	88	83
A/BW (%)	92	92	92	93	94	96	98	100	105	100
L3/P (%)	16	16	16	16	16	16	16	16	16	30
BW/ (TW/2) (%)	100	100	100	100	100	100	100	94	91	94
Desgaste do ombro (mm)	1,1	1,2	0,9	0,7	0,7	0,8	1,3	0,6	0,9	0,7
Desempenho no molhado	110	110	107	109	109	110	110	109	110	110

Especificações comuns:

Largura da banda de rodagem: 239 mm = 80% da largura de seção do pneu SW

Sulcos circunferenciais

Largura W1 = 14,0 mm

Profundidade D1: 16,5 mm

Sulcos circunferenciais de coroa

Distância axial L1 a partir do equador: 9% da largura da banda de rodagem TW

Sulcos circunferenciais de ombro

Distância axial L2 a partir do ombro da banda de rodagem: 20% da largura da banda de rodagem TW

Sulcos laterais de ombro

Largura W3: 4,0 mm

Ângulo α_4 : 16 graus

Ângulo α_5 : 0 grau

Passos circunferenciais P: 36 mm

Sulcos laterais de coroa

Largura W2: 4,0 mm

Profundidade D2: 12% da profundidade D1

Sulcos em ziguezague do tipo oblíquo 16

Ângulo α_1 : 19 graus

Ângulo α_2 : 44 graus

Ângulo α_3 : 19 graus

Sulcos em ziguezague do tipo paralelo 17

Ângulo α_6 : 19 graus

Ângulo α_7 : 20 graus

Ângulo α_8 : 19 graus

REIVINDICAÇÕES

1. Pneu de veículo pesado compreendendo:

uma porção de banda de rodagem (2) tendo bordas de banda de rodagem (Te) que definem uma largura de banda de rodagem (TW);

um par de porções de flanco (3) que definem uma largura em seção transversal (SW) do pneu;

um par de porções de talão (4), cada uma com um núcleo de talão (5) na mesma;

uma carcaça (6) que se estende entre as porções de talão (4) através da porção de banda de rodagem (2) e das porções de flanco (3); e

uma cinta (7) composta de uma pluralidade de lonas de cinta dispostas radialmente no exterior da carcaça (6) na porção de banda de rodagem (2), em que:

a porção de banda de rodagem (2) é fornecida com quatro ou cinco sulcos circunferenciais (8), cada um dos quais tendo uma profundidade (D1) de 15 a 20 mm e se estendendo continuamente na direção circunferencial do pneu, de modo a dividir axialmente a porção da banda de rodagem (2) em cinco ou seis porções de nervuras, as cinco ou seis porções de nervuras são um par de porções da nervuras de ombro (14) que se estendem ao longo das bordas banda de rodagem (Te) e fornecidas com sulcos laterais de ombro (18), e três ou quatro porções de nervuras de coroa (11) dispostas entre as porções da nervura de ombro (14) e providas de sulcos laterais de coroa (15),

os referidas sulcos laterais de coroa (15) são dispostas em intervalos na direção circunferencial do pneu e se

estendem através da largura total da porção de nervura de coroa (11), e a profundidade (D2) dos sulcos laterais de coroa (15) está em uma faixa de 9 a 30 % da profundidade (D1) dos sulcos circunferenciais (8), e

os referidos sulcos laterais de ombro (18) são dispostos em intervalos na direção circunferencial do pneu e se estendem axialmente para fora a partir de uma borda axialmente interna da porção de nervura de ombro (14) de modo a terminar a uma distância axial (L4) de 78 a 88 % da largura axial (ws) da porção da nervuras de ombro (14) a partir da referida borda axialmente interna e a profundidade (D3) das sulcos laterais de ombro (18) está na faixa de 9 a 25 % da profundidade (D1) dos sulcos circunferenciais (8),

caracterizado pelo fato de que

a largura da banda de rodagem (TW) entre a borda de banda de rodagem (Te) está em uma faixa de 0,78 a 0,87 vezes a largura da seção transversal (SW) do pneu, e

o sulco lateral de ombro (18) é encurvada e composta de uma parte axialmente interna (18i) estendendo-se a partir da borda axialmente interna da porção da nervura do ombro (14) em direção à borda da banda de rodagem (Te) a um ângulo (α_4) de mais do que 10 graus a 35 graus em relação à direção axial do pneu, e uma parte axialmente externa (18o) estendendo-se a partir da parte axialmente interna (18i) em direção à borda da banda de rodagem (Te) a um ângulo (α_5) de -10 graus a 10 graus em relação à direção axial do pneu.

2. Pneu, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado pelo** fato de que uma distância axial (A) medida a partir do equador do pneu (C) para a borda externa axial dos sulcos

laterais de ombro (18) está em uma faixa de 95 a 105 % de uma distância axial (BW) medida a partir do equador do pneu (C) para a borda externa axial (7e) da cinta (7).

3. Pneu, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 2, **caracterizado pelo** fato de que, quando medida na linha central do sulco (18C), uma distância circunferencial (L3) entre a borda interna axial e a borda externa axial do sulco lateral de ombro (18) está em uma faixa de 10 a 30 % de um comprimento de passo circunferencial (P) entre os sulcos laterais de ombro (18) circunferencialmente adjacentes.

4. Pneu, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 3, **caracterizado pelo** fato de que a largura axial (Ws) das porções de nervuras de ombro (14) está em uma faixa de 1,3 a 1,6 vezes a largura axial (Wc1, Wc2) de uma das porções de nervuras de coroa (11) que não é mais ampla do que qualquer uma das outras porções de nervuras de coroa (11).

5. Pneu, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 4, **caracterizado pelo** fato de que os sulcos laterais de coroa (15) são, cada uma, fornecidas no fundo do sulco com uma lamela (S) estendendo-se ao longo do comprimento do sulco lateral de coroa (15).

FIG. 1

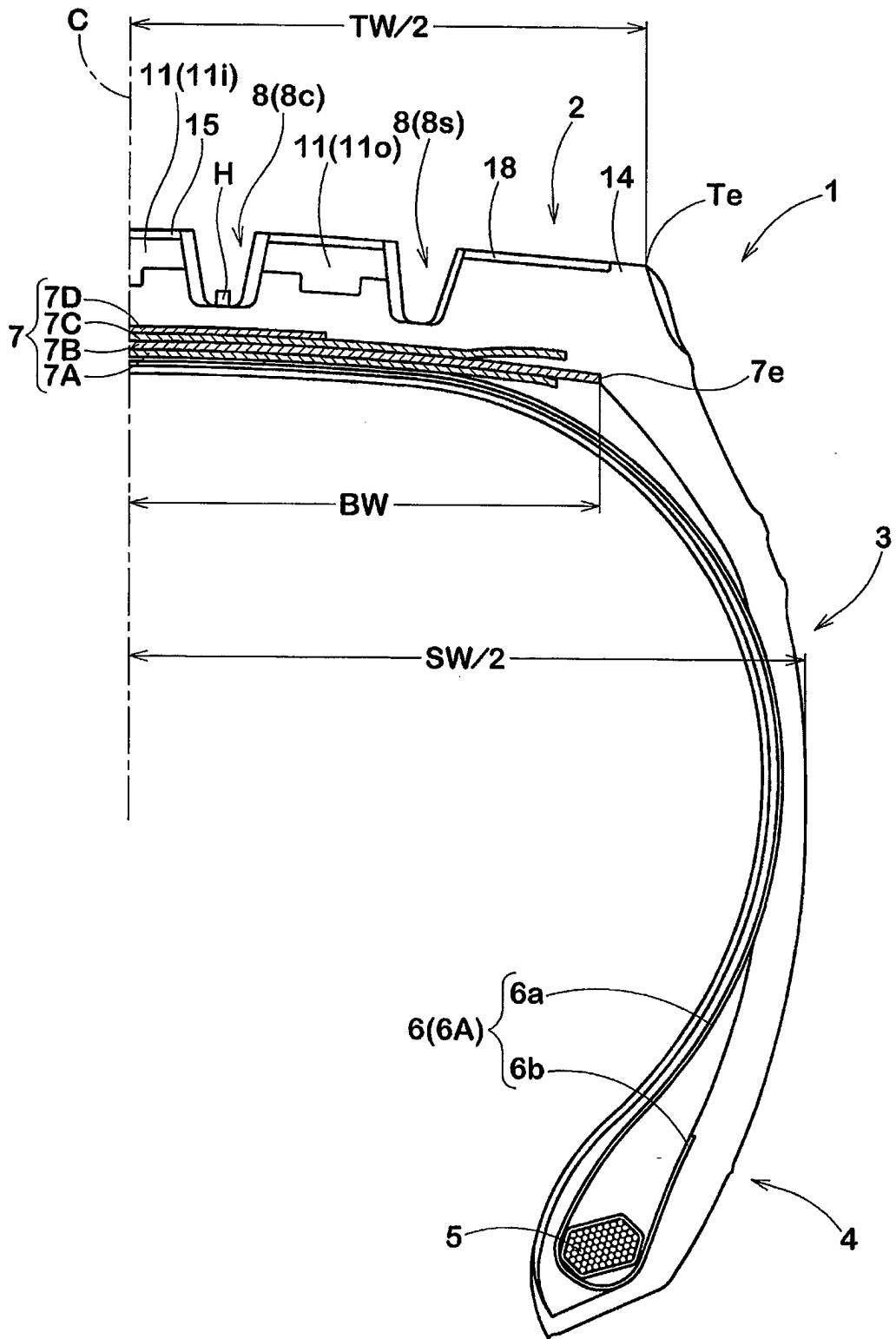
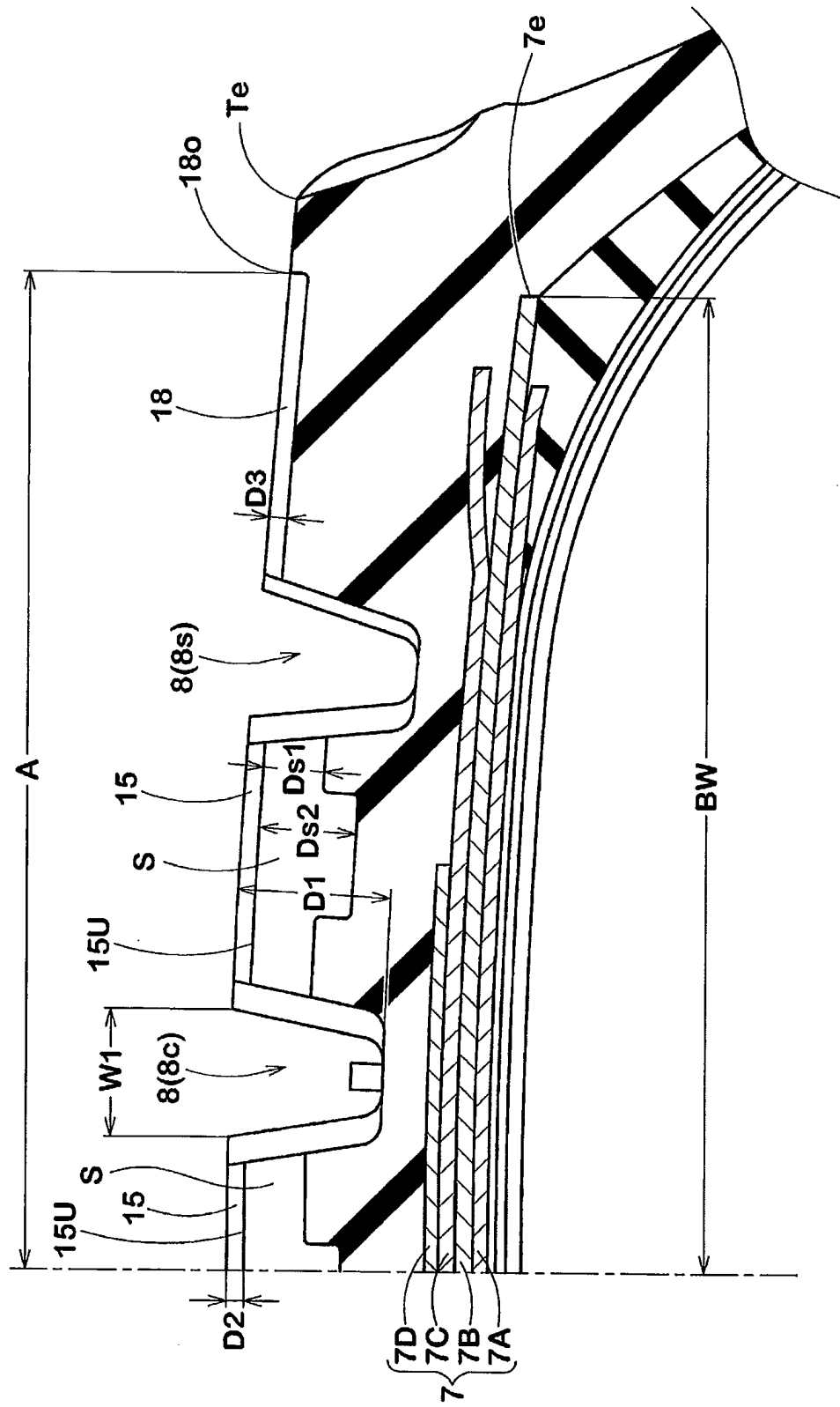


FIG.2



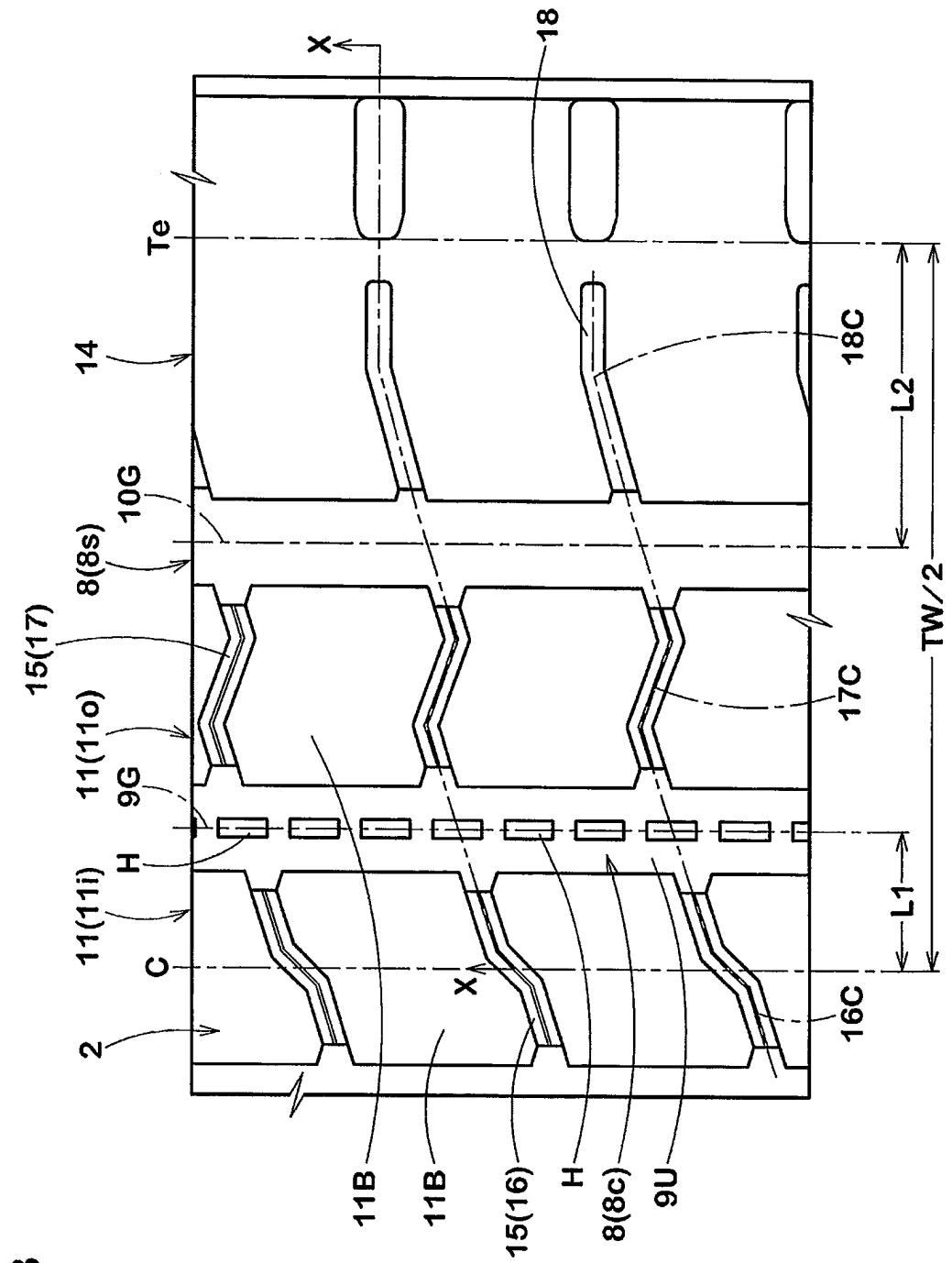
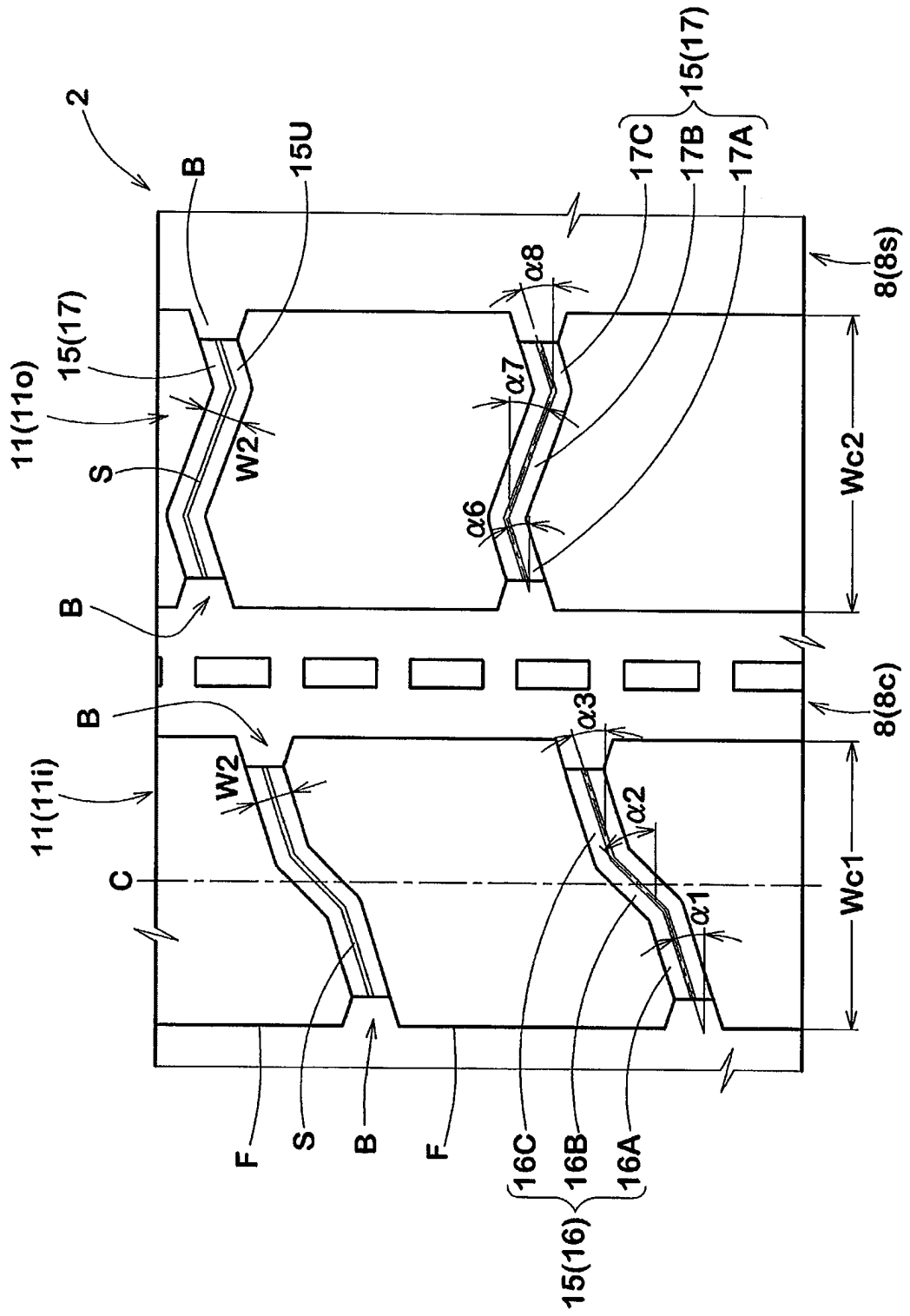


FIG. 3

FIG.5



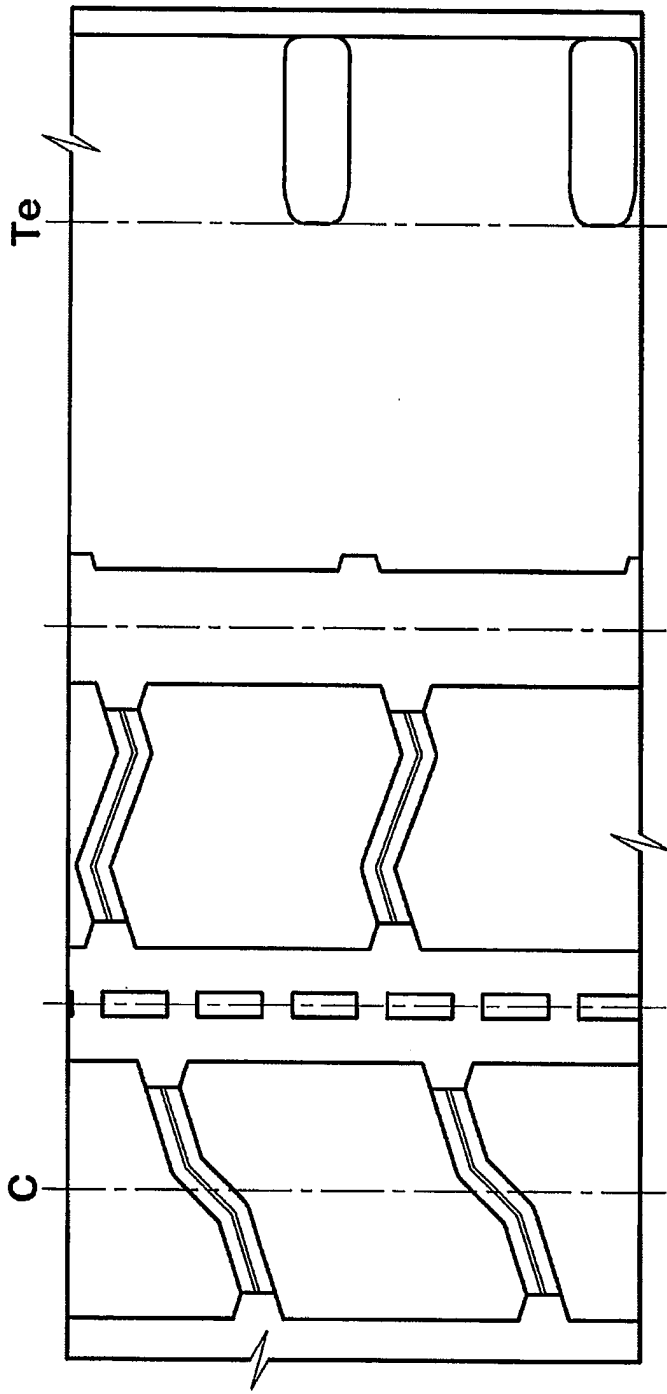


FIG.6