



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

(21) **PI 1101764-3 A2**

(22) Data de Depósito: 07/02/2011
(43) Data da Publicação: 24/07/2012
(RPI 2168)



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

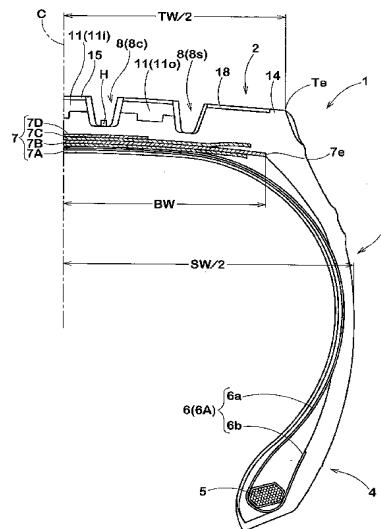
(54) **Título:** PNEU PARA VEÍCULO PESADO

(30) **Prioridade Unionista:** 05/02/2010 JP 2010024644

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



Relatório Descritivo da Patente de Invenção para: **"PNEU
PARA VEÍCULO PESADO"**.

FUNDAMENTOS DA INVENÇÃO

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

10 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 ranhuras profundas 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 borda resultante de seus perfis de banda de rodagem relativamente redondos e cargas de pneu

15

20

pesadas. Especialmente, o desgaste de borda é suscetível de ocorrer nas rodas dianteiras guiadas porque uma energia de atrito maior é aplicada às porções de borda 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

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 ranhuras laterais rasas, as porções de nervura de borda axialmente mais distantes têm sua rigidez aumentada relativamente a porções de nervuras de topo axialmente internas e, como resultado, a resistência ao desgaste de borda é melhorada e o desempenho adicional no molhado no período anterior do tempo de vida do desgaste da banda de rodagem também é melhorado.

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

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

- um par de porções de parede lateral 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;

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

- uma correia composta de uma pluralidade de dobras de correia dispostas radialmente no exterior da carcaça na
10 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
15 quatro ou cinco ranhuras 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
20 ou seis porções de nervuras, em que as cinco ou seis porções de nervuras são um par de porções de nervuras de borda que se estendem ao longo das extremidades da banda de rodagem e fornecidas com ranhuras laterais de borda, e

três ou quatro porções de nervuras de topo dispostas entre as porções de nervuras de borda e fornecidas com ranhuras laterais de topo;

- 5 • a profundidade das ranhuras laterais de topo está em uma faixa de 9 a 30% da profundidade das ranhuras circunferenciais;
- a profundidade das ranhuras laterais de borda está em uma faixa de 9 a 25% da profundidade das ranhuras circunferenciais;
- 10 • as ditas ranhuras laterais de topo são dispostas em intervalos na direção circunferencial do pneu e estendem-se através da largura total da porção de nervura de topo; e
- as ditas ranhuras laterais de borda são
15 dispostas em intervalos na direção circunferencial do pneu e estendem-se axialmente para fora a partir de uma extremidade axialmente interna da porção de nervura de borda, de modo a
20 terminar em uma distância axial de 78 a 88% da largura axial da porção de nervuras de borda a partir da dita extremidade axialmente interna.

Uma vez que as ranhuras laterais de topo e as ranhuras laterais de borda são rasas, as porções de

nervuras de borda e porções de nervuras de topo 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 ranhuras laterais de borda são terminadas sem alcançar as extremidades da banda de rodagem, portanto, a rigidez nas porções de nervuras de topo é diminuída mais do que nas porções de nervuras de borda 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 borda e as porções de nervuras de topo. Assim, o desgaste de borda 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 extremidades das ranhuras laterais, bem como drenagem pelas ranhuras laterais.

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

As extremidades da banda de rodagem Te são as extremidades mais distantes axiais do trecho de contato com o solo (ângulo de curvatura = 0) em uma condição carregada normalmente inflada do pneu.

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.

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.

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.

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.

O termo "largura" de uma ranhura significa uma dimensão medida perpendicularmente em relação à linha central no sentido da largura da ranhura, a menos que indicado ao contrário.

10 BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

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.

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

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

20 A figura 4 é uma vista plana parcial da porção da banda de rodagem, mostrando a porção de nervuras de borda.

A figura 5 é uma vista plana parcial da porção da banda de rodagem, mostrando as porções de nervuras de topo.

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

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

De acordo com a presente invenção, o pneu de veículo pesado 1 compreende uma porção de banda de rodagem 2, um par de porções da parede lateral 3, um par de porções de
10 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 parede lateral 3, e uma correia 7 disposta radialmente no exterior da carcaça 6 na porção de banda de rodagem 2, a fim de
15 reforçar a largura substancialmente inteira da porção de banda de rodagem 2.

A carcaça 6 é composta de pelo menos uma (neste exemplo, somente uma) dobra de carcaça 6A de cabos dispostos radialmente a um ângulo de 75 a 90 graus em
20 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 parede lateral 3, e dobrada 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 dobras de carcaça dobradas para cima 6b e uma porção principal de dobra de carcaça 6a entre elas. Neste exemplo, cabos de aço são usados como os cabos da carcaça.

5 A correia 7 é composta de pelo menos duas dobras transversas 7A e 7B, neste exemplo, quatro dobras 7A-7D incluindo as duas dobras transversas 7A-7B. As dobras da correia são, cada uma, feitas de cabos revestidos de borracha de módulo elástico elevado, por exemplo, cabos de
10 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 dobra mais ampla que define a largura da correia 7 é, neste exemplo, a segunda dobra 7B próxima à primeira dobra radialmente mais interna 7A.

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

20 Na modalidade mostrada nos desenhos, a porção da banda de rodagem 2 é fornecida com quatro ranhuras circunferenciais 8, que são: um par de ranhuras circunferenciais de borda 8s dispostas uma em cada lado do equador do pneu C como uma ranhura circunferencial mais próxima da extremidade da banda de rodagem Te; e um par de

ranhuras circunferenciais de topo 8c dispostas uma em cada lado do equador do pneu C e entre as ranhuras circunferenciais de borda 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 borda 14, cada uma definida entre uma das extremidades da banda de rodagem Te e uma das ranhuras circunferenciais 8 adjacentes às mesmas; e três porções de nervuras de topo 11 entre as duas porções de nervuras de borda 14.

No caso da porção da banda de rodagem 2 fornecida com cinco ranhuras circunferenciais 8, além das ranhuras circunferenciais de borda 8s mencionadas acima e ranhuras circunferenciais de topo 8c, a porção da banda de rodagem 2 é ainda fornecida com uma ranhura circunferencial de topo 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 borda 14 mencionadas acima e quatro porções de nervuras de topo 11 entre as mesmas.

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.

As três ou quatro porções de nervuras de topo 11 mencionadas acima incluem: um par de porções de nervuras de topo axialmente externas 11o, cada uma definida entre uma das ranhuras circunferenciais de borda 8s e uma das 5 ranhuras circunferenciais de topo 8c adjacentes às mesmas; e uma ou duas porções de nervuras de topo axialmente internas 11i entre as ranhuras circunferenciais de topo adjacentes 8c.

Cada uma das porções de nervuras de topo 11 é 10 fornecida com ranhuras laterais de topo 15 dispostas em intervalos na direção circunferencial do pneu.

Cada uma das porções de nervuras de borda 14 é fornecida com ranhuras laterais de borda 18 dispostas em intervalos na direção circunferencial do pneu.

15 As ranhuras laterais de borda 18 estão dispostas em roscas circunferenciais P, as mesmas que as roscas circunferenciais das ranhuras laterais de topo 15.

Como mostrado na figura 2, quando comparadas com as ranhuras circunferenciais 8, as ranhuras laterais de topo 20 15 e ranhuras laterais de borda 18 são muito rasas.

As ranhuras laterais de topo 15 estendem-se através da largura total da porção de nervuras de topo 11, portanto, a porção de ranhuras de topo 11 parece ser circunferencialmente dividida em blocos 11B em uma fileira.

Mas, como as ranhuras laterais de topo 15 são muito rasas como explicado acima, os blocos de topo 11B, substancialmente, não são separados uns dos outros pelas ranhuras laterais de topo 15 e, como resultado, a porção de 5 ranhuras de topo 11 retém a continuidade na direção circunferencial do pneu.

As ranhuras laterais de borda 18 estendem-se a partir da extremidade interna axial 14i da porção de nervuras de borda 14 em direção à extremidade externa axial ou à 10 extremidade da banda de rodagem Te e terminam sem alcançar a extremidade da banda de rodagem Te. Conseqüentemente, a porção de nervuras de borda 14 é contínua na direção circunferencial do pneu na aparência. Além disso, devido às ranhuras laterais de borda rasas 18, mesmo na parte 15 fornecida com as ranhuras laterais de borda 18, a porção de nervuras de borda 18 retém a continuidade na direção circunferencial do pneu. Assim, a porção de nervuras de borda 14 é considerada como uma nervura substancialmente quase contínua.

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

De preferência, as lamelas S são fornecidas dentro das ranhuras laterais de topo 15, de modo que uma lamela S seja formada no fundo 15U de cada ranhura 15 e estenda-se ao longo da linha central no sentido da largura da ranhura 5 15.

As ranhuras circunferenciais 8 mencionadas acima são substancialmente ranhuras retas.

É preferível que as ranhuras circunferenciais 8 estejam dispostas simetricamente próximas ao equador do pneu C. Por exemplo, a linha central no sentido da largura 10 10G de cada uma das ranhuras circunferenciais de borda 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 extremidade da banda de rodagem Te.

15 Com exceção da ranhura circunferencial de topo 8d disposta no equador do pneu, a linha central no sentido da largura 9G de cada uma das ranhuras circunferenciais de topo 8c está posicionada em uma distância axial L1 de 8 a 12% da largura da banda de rodagem TW a partir do equador 20 do pneu C.

As porções de nervuras de borda 14 têm uma largura axial Ws e as porções de nervuras de topo 11 têm larguras axiais Wc (Wc1, Wc2).

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 W_{cmin} , que é um dos valores das larguras axiais W_c que não é maior do que qualquer um dos outros.

A relação W_{c2}/W_{c1} da largura axial W_{c2} das porções de nervuras de topo axialmente externas $11o$ para a largura axial W_{c1} da(s) porção(ões) de nervuras de topo 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 topo.

Na modalidade mostrada nos desenhos, a largura axial W_{c1} da porção de nervuras de topo 11 disposta no equador do pneu é menor do que a largura axial W_{c2} da porção de nervuras de topo 11 em cada lado do mesmo.

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.

As ranhuras circunferenciais 8 têm, cada uma, uma profundidade $D1$ em uma faixa de 15 a 20 mm. Além disso, as ranhuras 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.

As profundidades D2 das ranhuras laterais de topo 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 da ranhura circunferencial 8 adjacente.

As larguras W2 das ranhuras laterais de topo 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 topo 11 de um modo bem equilibrado. Prefere-se que a largura W2 seja constante ao longo do comprimento total da ranhura lateral de topo 15.

As profundidades D3 das ranhuras laterais de borda 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 da ranhura circunferencial 8 adjacente.

As larguras W3 das ranhuras laterais de borda 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 W_3 seja igual a W_2 e constante ao longo de
5 todo o comprimento da ranhura lateral de borda 18.

A extensão axial L_4 da ranhura lateral de borda 18, que é, como mostrado na figura 4, medida na linha central no sentido da largura a partir da extremidade interna axial 18_i para a extremidade externa axial 18_o da mesma, é fixada
10 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 W_s da porção de nervura de borda 14.

Portanto, devido ao arranjo descrito acima e às
15 estruturas das ranhuras 8, 15 e 18, a rigidez nas porções de nervura de topo 11 torna-se diminuída em comparação com a rigidez nas porções de nervuras de borda 14. Como resultado de tal distribuição de rigidez na porção da banda de rodagem 2, a energia de atrito aplicada à porção da
20 banda de rodagem 2 torna-se igual entre a porção de nervuras de borda 14 e a porção de nervuras de topo 11 e, portanto, é possível controlar a ocorrência de desgaste de borda, a saber, desgaste parcial tal que as porções de nervuras de borda 14 desgastem mais rapidamente do que as

outras porções.

Se a profundidade D1 das ranhuras 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
5 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 ranhuras diminui, é difícil fornecer a drenagem necessária.

Se o número de ranhuras circunferenciais 8 é menor do
10 que 4, é difícil fornecer um desempenho no molhado suficiente para o pneu. Se o número de ranhuras 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
15 particular, a resistência ao desgaste da borda.

Se a profundidade da ranhura D2 das ranhuras laterais de topo 15 é mais do que 30% da profundidade da ranhura D1 da ranhura circunferencial 8, então a rigidez nas porções de nervuras de topo 11 é diminuída e a resistência ao
20 desgaste é diminuída. Se a profundidade da ranhura D2 é menor do que 9% da profundidade da ranhura D1, então é difícil melhorar o desempenho no molhado.

Se a largura axial W_s da porção de nervuras de borda 14 é menor do que 1,3 vezes o valor W_{cmin} , então se torna

difícil prevenir a atrito das porções de nervuras de borda 14 com o solo, portanto, o desgaste da borda tende a ocorrer. Se a largura axial W_s é mais do que 1,6 vezes o valor W_{min} , na zona central da banda de rodagem, a 5 borracha da banda de rodagem torna-se suscetível de enferrujar nas extremidades das ranhuras laterais de topo 15.

Se a profundidade da ranhura D3 das ranhuras laterais de borda 18 é mais do que 25% da profundidade da ranhura D1 10 da ranhura circunferencial 8, então a rigidez nas porções de nervuras de borda 4 é diminuída e a resistência ao desgaste é diminuída. Se a profundidade da ranhura D3 é menor do que 9% da profundidade da ranhura D1, então é difícil melhorar o desempenho no molhado.

15 Se a extensão axial L4 das ranhuras laterais de borda 18 é mais do que 88% da largura axial W_s da porção de nervuras de borda 14, então a rigidez das porções de nervuras de borda 14 é grandemente diminuída e é difícil controlar o desgaste da borda. Se a extensão axial L4 é 20 menor do que 78% da largura axial W_s , então um desgaste desigual é suscetível de ocorrer ao longo das ranhuras circunferenciais de borda 8s. Além disso, torna-se difícil melhorar o desempenho no molhado.

Em cada uma das porções de nervuras de borda 14, como

mostrado na figura 4, as ranhuras laterais de borda 18 são encurvadas em uma posição substancialmente intermediária 20a da largura axial W_s da porção de nervuras de borda 14, e as ranhuras laterais de borda 18 são formadas na mesma 5 configuração. Portanto, a ranhura lateral de borda 18 é composta de uma parte axialmente interna 20 estendendo-se a partir da extremidade axialmente interna 14i da porção de nervuras de borda 14 em direção à extremidade da banda de rodagem T_e a um ângulo α_4 e de uma parte axialmente externa 10 21 estendendo-se a partir da parte axialmente interna 20 em direção à extremidade 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 15 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 extremidades das ranhuras laterais de borda 20 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.

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 a ranhura circunferencial de borda 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

5 curvas não pode ser melhorada.

A distância circunferencial L3 entre a extremidade interna axial 18i e a extremidade externa axial 18o da ranhura lateral de borda 18 medida na linha central no sentido da largura 18c da mesma é de preferência fixada em

10 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% da rosca circunferencial P entre as ranhuras laterais de borda circunferencialmente adjacentes 18. Se a distância

15 circunferencial L3 é mais do que 30% da rosca circunferencial P, então a rigidez na porção de nervuras de borda 14 não pode ser eficazmente diminuída e o desgaste da borda é suscetível de ocorrer. Se a distância circunferencial L3 é menor do que 10% da rosca

20 circunferencial P, então o desempenho de aderência na estrada durante a execução de curvas e a estabilidade da direção não podem ser melhorados.

Como mostrado na figura 2, em cada lado do equador do pneu, a distância axial A da extremidade externa axial 18o

da ranhura lateral de borda 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%

5 da distância axial BW da extremidade externa axial 7e da correia 7 a partir do equador do pneu C. Empregando este arranjo, a largura total da parte ranhurada da porção da banda de rodagem fornecida com as ranhuras laterais de borda e ranhuras laterais de topo é reforçada, portanto, o

10 desgaste desigual devido às ranhuras laterais (aumento da rigidez) pode ser prevenido.

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

15 não mais do que 0,94 vezes a metade ($T_w/2$) da largura da banda de rodagem T_w . Se a distância axial BW é menor do que 0,85 vezes $T_w/2$, 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

20 mais do que 0,95 vezes $T_w/2$, a durabilidade do reforço é suscetível de ocorrer. Além disso, o peso do pneu é desfavoravelmente aumentado.

A profundidade da lamela S mencionada acima é fixada para ser menor do que a profundidade D1 da ranhura

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 extremidades são abertas. A fim de otimizar a distribuição de rigidez em
5 uma porção de nervuras em que as lamelas S são fornecidas, as lamelas S são diminuídas na profundidade em ambas as suas porções de extremidade So, de modo que a relação Ds1/Ds2 da profundidade Ds1 nas porções de extremidades abertas So para a profundidade Ds2 na porção central Si vai
10 para dentro de uma faixa de 0,5 a 0,8.

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
15 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 borda com o solo é diminuído e o desgaste da borda pode ser melhorado. Se a
20 relação Tw/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 Tw/Sw é mais do que 0,87, as porções da parede lateral, especialmente em uma região a partir da posição máxima da

largura da seção de pneu para as extremidades da banda de rodagem, tornam-se relativamente planas e, como resultado, o conforto da viagem tende a se deteriorar.

Como explicado acima, as ranhuras laterais de topo 15 e as ranhuras laterais de borda 18 são muito rasas, portanto, a fim de orientar eficazmente a água nas ranhuras circunferenciais 8 para as ranhuras laterais 15 e 18, as ranhuras laterais 15 e 18 são estendidas radialmente para dentro a partir de suas extremidades axiais para os fundos das ranhuras circunferenciais 8 ao longo das paredes laterais das ranhuras circunferenciais 8, de modo que cada uma das paredes laterais tenha partes ranhuradas estendendo-se radialmente (B), alternando com superfícies substancialmente planas (F) da parede lateral.

A parte ranhurada 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 parede lateral). Assim, esta parte (B) tem uma forma de seção transversal substancialmente trapezoidal. A profundidade da parte ranhurada estendendo-se radialmente (B) é limitada na mesma faixa que a ranhura lateral.

Nesta modalidade, dois tipos de ranhuras em

ziguezague, ranhura em ziguezague do tipo oblíquo 16 e ranhura em ziguezague do tipo paralelo 17, são usados como as ranhuras laterais 15.

A ranhura 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.

A ranhura em ziguezague do tipo paralelo 17 estende-se em ziguezague ao longo de uma linha reta substancialmente paralela à direção axial do pneu.

Mais especificamente, a ranhura 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 extremidade axial em direção à outra extremidade axial da porção de nervuras de topo 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 extremidade axial da porção de ranhuras de topo 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 extremidade axial da porção de nervuras de topo 11, enquanto inclina-se em relação à direção axial do pneu a um

5 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 .

A ranhura em ziguezague do tipo paralelo 17 é

10 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 extremidade axial em direção à outra extremidade axial da porção de nervuras de topo 11,

15 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 extremidade axial de porção de nervuras de topo 11, enquanto inclina-se para a outra

20 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 extremidade axial da porção de nervuras de topo 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.

No caso em que a porção da banda de rodagem é fornecida com as quatro ranhuras circunferenciais 8 como mostrado nos desenhos, é preferível que as ranhuras laterais de topo 15 fornecidas nas porções de nervuras de topo axialmente externas 11o sejam a ranhura em ziguezague do tipo paralelo 17, e as ranhuras laterais de topo 15 fornecidas na porção de ranhuras de topo axialmente internas 11i dispostas no equador do pneu C sejam a ranhura em ziguezague do tipo oblíquo 16.

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

tipo paralelo 17.

Em qualquer caso, é preferível que as ranhuras laterais (15, 18) em cada porção de nervuras (11, 14) sejam substancialmente paralelas umas às outras.

5 Além disso, a fim de facilitar a drenagem a partir da zona central da banda de rodagem em direção às extremidades da banda de rodagem, prefere-se que uma extensão imaginária de cada ranhura lateral (15, 18) coincida com uma extensão imaginária de uma das ranhuras laterais axialmente
10 adjacentes (15, 18).

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 das ranhuras em ziguezague do tipo paralelo 17 (ranhura lateral 15)
15 coincide com uma extensão axialmente externa da linha central no sentido da largura 16C de uma das ranhuras em ziguezague do tipo oblíquo 16 (ranhura lateral 15), e uma extensão axialmente externa da linha central no sentido da largura 17C da ranhura em ziguezague do tipo paralelo 17
20 mencionada acima (ranhura lateral 15) coincide com uma extensão axialmente interna da linha central no sentido da largura 18C de uma das ranhuras laterais de borda 18.

Através de configurações em ziguezague das ranhuras em ziguezague 16 e 17, o comprimento total das extremidades

das ranhuras aumenta e o desempenho de aderência na estrada pode ser melhorado.

Uma vez que as ranhuras 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 às ranhuras 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.

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 topo é igualada entre ambas as porções de extremidade na direção axial do pneu e a ocorrência de desgaste desigual é eficazmente controlada.

As ranhuras 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.

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

10 TESTES DE COMPARAÇÃO

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 borda e desempenho no molhado.

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

Teste de desempenho no molhado:

20 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 5 1 sendo 100, sendo que o valor maior é melhor.

Teste de resistência ao desgaste de borda:

Após o carro de teste acima mencionado ter corrido 20.000 km, a diferença no raio do pneu entre as porções de nervuras de borda 14 e as porções de nervuras de topo 10 axialmente externas 110 foi medida como a quantidade de desgaste da borda. Os resultados são indicados na tabela 1 em anexo, sendo que quanto menor o valor, maior a resistência ao desgaste da borda.

A partir dos resultados, foi confirmado que tanto a 15 resistência ao desgaste da borda como o desempenho no molhado podem ser melhorados.

TABELA 1

	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.	Ref.
Pneu	1	2	3	4	5	6	7	8	9	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		20
D3/D1 (%)	-	7	7	7	7	7	7	7	9	13		
L4/Ws (%)	-	76	76	76	76	76	76	76	76	76		76
A/BW (%)	-	92	92	92	92	92	92	92	92	92		92
L3/P (%)	-	16	16	16	16	16	16	16	16	16		16
BW/(TW/2) (%)	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100		100
Desgaste da borda (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		106

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

Especificações comuns:

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

Ranhuras circunferenciais

Largura W1 = 14,0 mm

Profundidade D1: 16,5 mm

Ranhuras circunferenciais de topo

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

Ranhuras circunferenciais de borda

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

Ranhuras laterais de borda

10 Largura W3: 4,0 mm

Ângulo α 4: 16 graus

Ângulo α 5: 0 grau

Roscas circunferenciais P: 36 mm

Ranhuras laterais de topo

15 Largura W2: 4,0 mm

Profundidade D2: 12% da profundidade D1

REIVINDICAÇÕES

1. Pneu de veículo pesado compreendendo:

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

- um par de porções de parede lateral 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 parede lateral; e

- uma correia composta de uma pluralidade de dobras de correia dispostas radialmente no exterior da carcaça na porção de banda de rodagem, **caracterizado pelo** fato de 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 ranhuras 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 borda que se estendem ao longo das extremidades da banda de rodagem e fornecidas com ranhuras laterais de borda, e

5 três ou quatro porções de nervuras de topo dispostas entre as porções de nervuras de borda e fornecidas com ranhuras laterais de topo;

- as ditas ranhuras laterais de topo são dispostas em intervalos na direção circunferencial do pneu e estendem-se através da largura total da porção de nervura de topo;
- 10

- a profundidade das ranhuras laterais de topo está em uma faixa de 9 a 30% da profundidade das ranhuras circunferenciais;
- 15

- as ditas ranhuras laterais de borda são dispostas em intervalos na direção circunferencial do pneu e estendem-se axialmente para fora a partir de uma extremidade axialmente interna da porção de nervura 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 dita extremidade axialmente interna; e
- 20

- a profundidade das ranhuras laterais de borda está em uma faixa de 9 a 25% da profundidade das ranhuras circunferenciais.

2. Pneu, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado**
5 **pelo** fato de que uma distância axial (A) medida a partir do equador do pneu C para a extremidade externa axial das ranhuras laterais de borda está em uma faixa de 95 a 105% de uma distância axial BW medida a partir do equador do pneu C para a extremidade externa axial da correia.

10 3. Pneu, de acordo com a reivindicação 1 ou 2, **caracterizado pelo** fato de que a ranhura lateral de borda é encurvada e composta de uma parte axialmente interna estendendo-se a partir da extremidade axialmente interna da porção de ranhuras de borda em direção à extremidade da
15 banda de rodagem a um ângulo de mais do que 10 graus a 35 graus em relação à direção axial do pneu, e uma parte axialmente externa estendendo-se a partir da parte axialmente interna em direção à extremidade da banda de rodagem a um ângulo de -10 graus a 10 graus em relação à
20 direção axial do pneu.

4. Pneu, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 3, **caracterizado pelo** fato de que, quando medida na linha central da ranhura, uma distância circunferencial entre a extremidade interna axial e a

extremidade externa axial da ranhura lateral de borda está em uma faixa de 10 a 30% de um comprimento de rosca circunferencial entre as ranhuras laterais de borda circunferencialmente adjacentes.

5 5. Pneu, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 4, **caracterizado pelo** fato de que a largura axial das porções de nervuras de borda está em uma faixa de 1,3 a 1,6 vezes a largura axial de uma das porções de nervuras de topo que não é mais ampla do que qualquer
10 uma das outras porções de nervuras de topo.

 6. Pneu, de acordo com qualquer uma das reivindicações de 1 a 5, **caracterizado pelo** fato de que as ranhuras laterais de topo são, cada uma, fornecidas no fundo da ranhura com uma lamela estendendo-se ao longo do
15 comprimento da ranhura lateral de topo.

FIG. 1

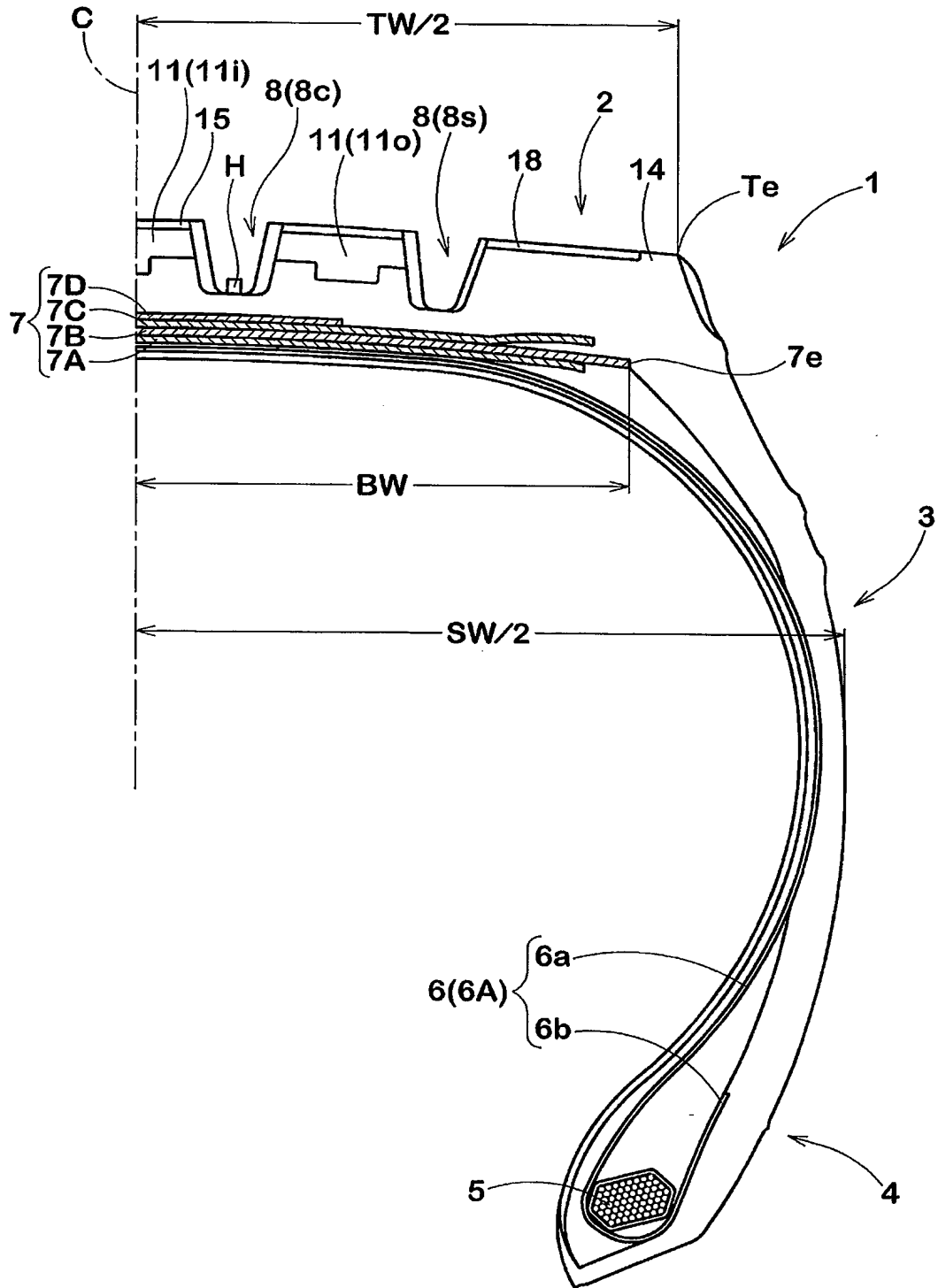


FIG. 4

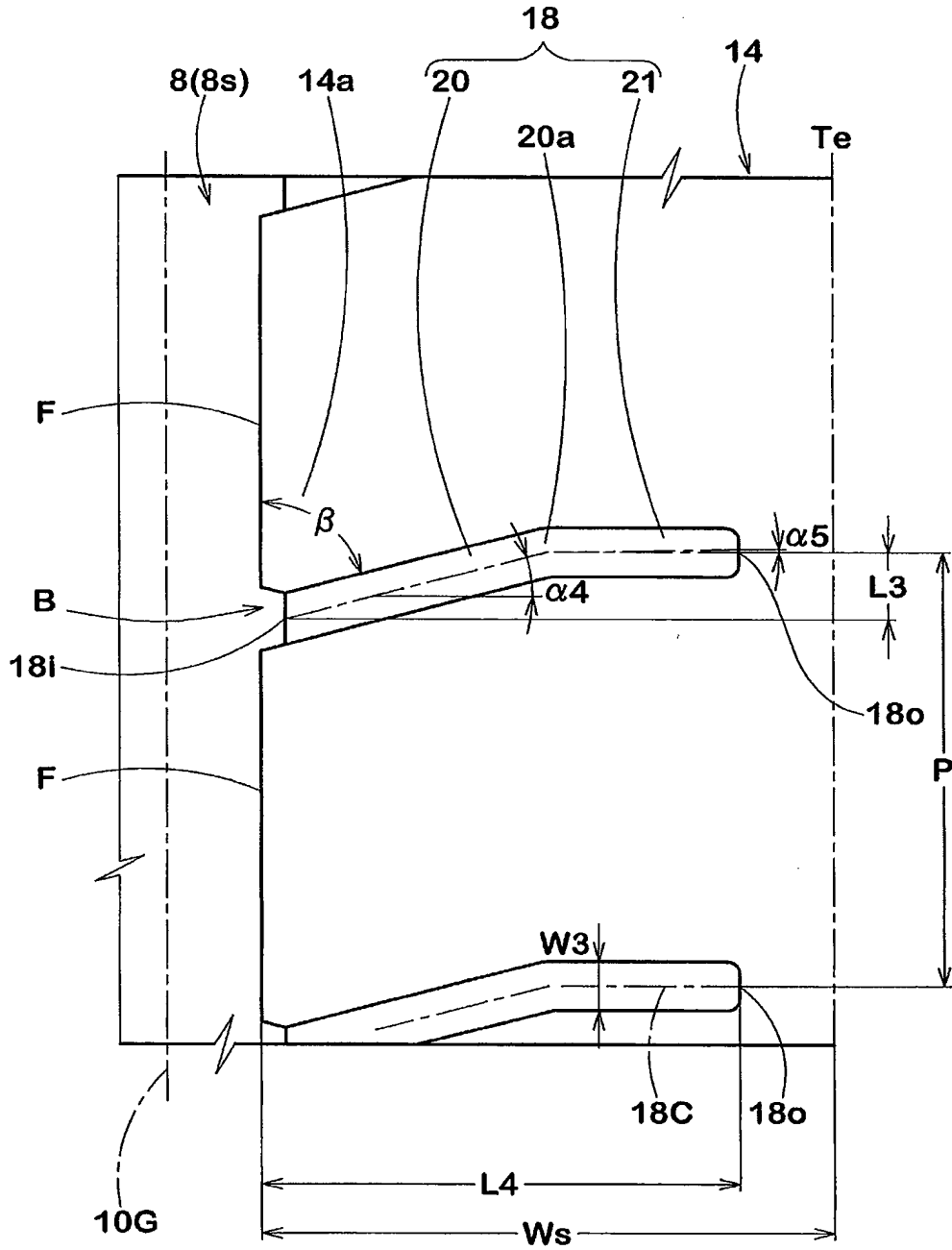
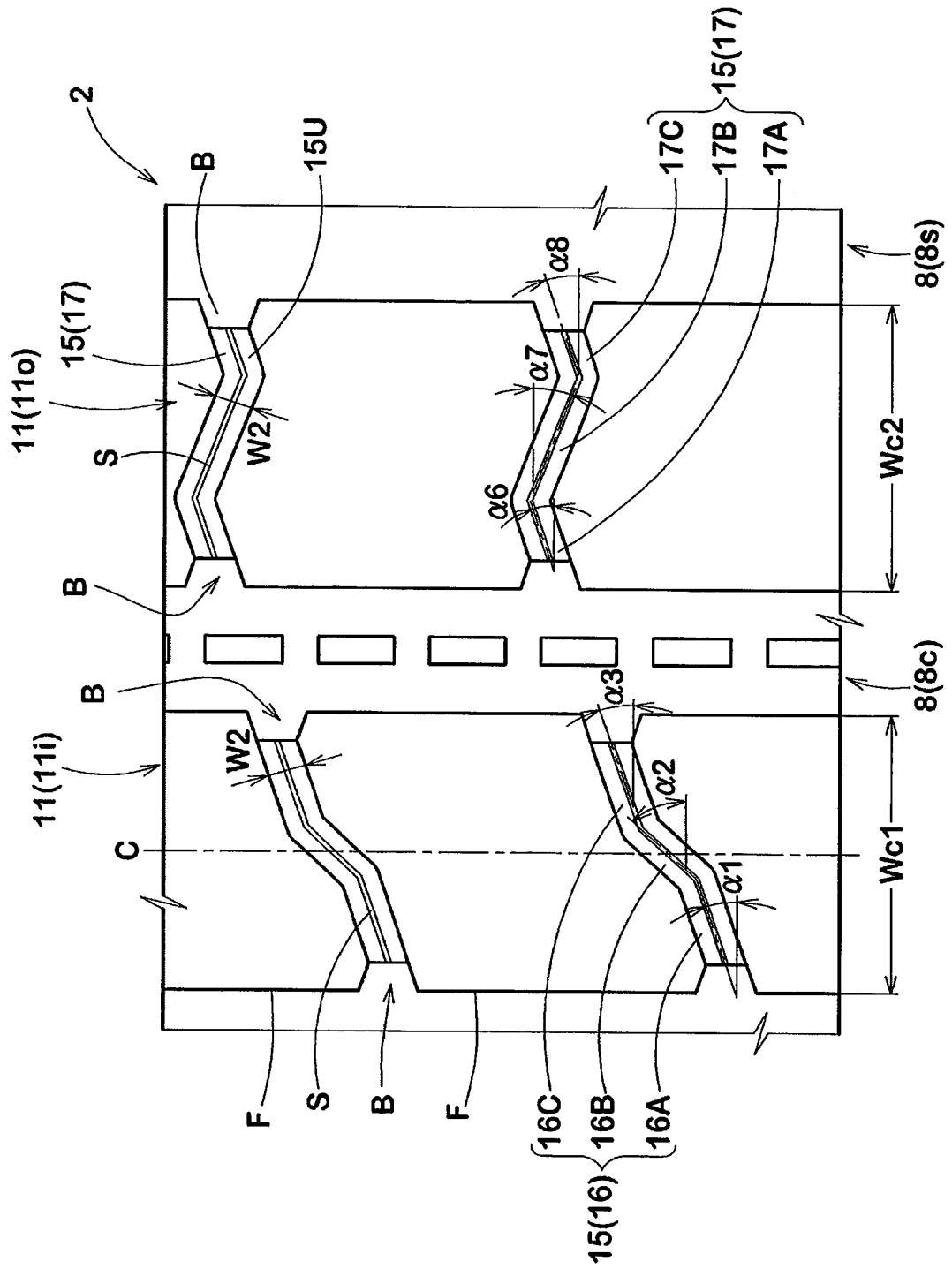


FIG. 5



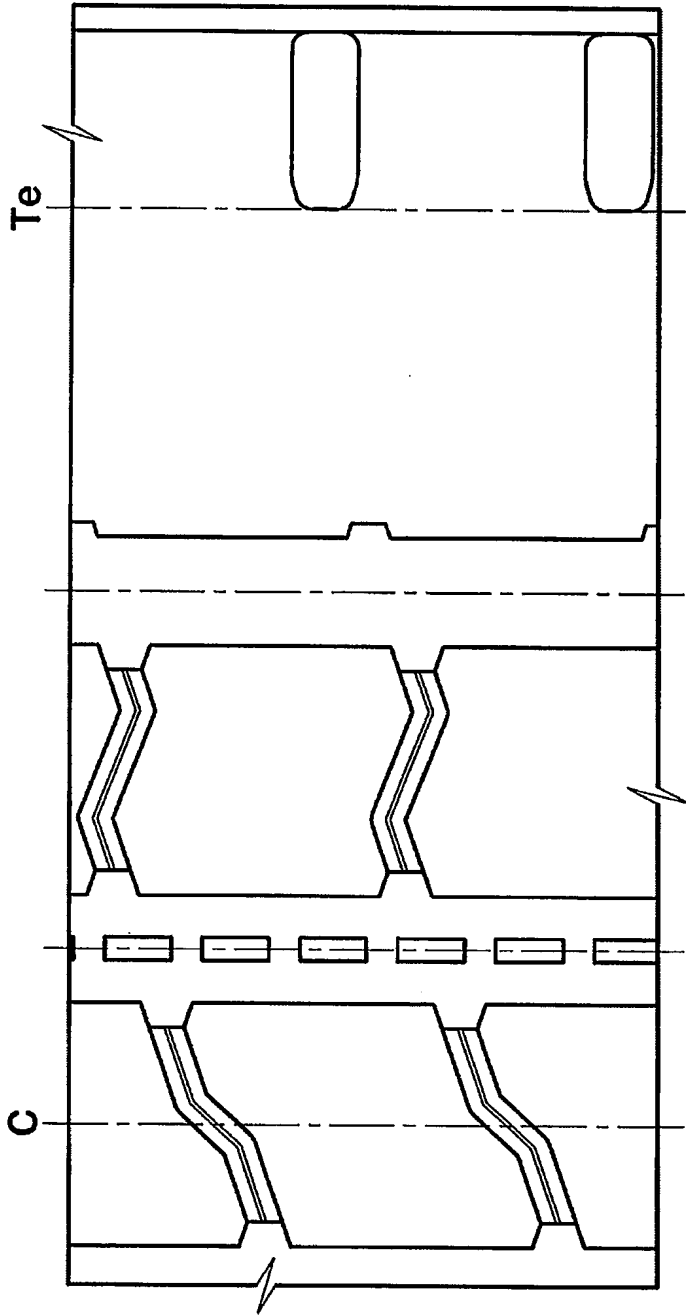


FIG.6

Resumo da Patente de Invenção para: **"PNEU PARA VEÍCULO PESADO"**.

Um pneu para veículo pesado compreende uma porção de banda de rodagem fornecida com quatro ou cinco ranhuras 5 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, 10 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 15 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 20 30% da profundidade das ranhuras circunferenciais. A profundidade das ranhuras laterais de borda é de 9 a 25% da profundidade das ranhuras circunferenciais. 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.