



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

(21) PI 0720145-1 A2



* B R P I 0 7 2 0 1 4 5 A 2 *

(22) Data de Depósito: 29/10/2007
(43) Data da Publicação: 04/02/2014
(RPI 2248)

(51) Int.Cl.:
B60C 15/06

(54) Título: PNEUMÁTICO RADIAL PARA CARGA PESADA

(57) Resumo:

(30) Prioridade Unionista: 08/12/2006 JP 2006-331253

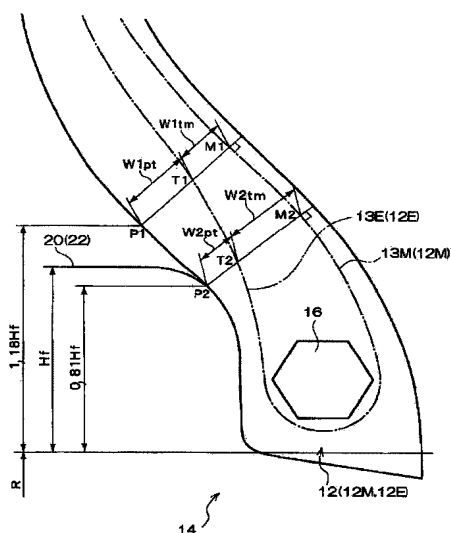
(73) Titular(es): Bridgestone Corporation

(72) Inventor(es): Jyunya Asari

(74) Procurador(es): Montaury Pimenta, Machado & Lioce

(86) Pedido Internacional: PCT JP2007071053 de 29/10/2007

(87) Publicação Internacional: WO 2008/072425de
19/06/2008



"PNEUMÁTICO RADIAL PARA CARGA PESADA"

CAMPO TÉCNICO

5 A presente invenção se refere a um pneumático radial para carga pesada, o qual aperfeiçoa a durabilidade de suas partes de talão.

TÉCNICA RELACIONADA

10 Um pneumático radial para carga pesada tem sido usado para caminhões, ônibus, veículos de construção, e semelhantes. Com uma técnica aperfeiçoada de resistência ao desgaste e de maior volume de banda de rodagem em anos recentes, é uma condição efetiva que uma força de entrada repetida aplicada até que o pneu seja descartado tem sido aumentada em aproximadamente 20% em comparação com os pneus anteriores. Consequentemente, a durabilidade dos talões é
15 difícil de ser mantida eficazmente com a técnica anterior.

Como uma contramedida a esse problema, os Documentos 1 e 2 de Patente descrevem estruturas de talão capazes de aperfeiçoar as suas durabilidades. A estrutura descrita no Documento 1 de Patente, contudo, envolve um
20 efeito adverso em que a resistência dos cordões tende a ser fraca em uma parte de redobra de uma carcaça. Além disso, a estrutura descrita no Documento 2 de Patente realiza medidas para impedir que os cordões sejam cortados em uma parte de redobra de uma carcaça. Contudo, existe um
25 equilíbrio entre um aperfeiçoamento da resistência de talão dos cordões de carcaça e uma prevenção de falhas da parte de redobra e da camada de borracha da carcaça, de modo que a durabilidade desses itens não é simultaneamente aperfeiçoada ao se considerar as relações entre esses três
30 itens no Documento 2 de Patente.

Documento 1 de Patente: Pedido de Patente Japonesa Aberta à Inspeção Pública N° 2006-218936 (JP

2006218936 A)

Documento 2 de Patente: Pedido de Patente Japonesa Aberta à Inspeção Pública N° 2006-199111 (JP 2006199111 A)

5

DESCRIÇÃO DA INVENÇÃO

Consequentemente, em virtude dos fatos mencionados acima, um objetivo da presente invenção é o de prover um pneumático radial para carga pesada que efetivamente melhore os três tipos de durabilidade, isto é, durabilidade da parte de redobra da carcaça, durabilidade da camada de borracha da carcaça e resistência ao corte dos cordões de carcaça.

A invenção de acordo com a reivindicação 1 é um pneumático radial para carga pesada compreendendo ao menos uma carcaça radial de aço composta de uma parte de carcaça principal se estendendo em um formato toroidal entre um par de núcleos de talão e partes de redobra virando para cima ao longo dos núcleos de talão a partir do lado interno para o lado externo na direção radial do pneu, em que as seguintes relações (1) a (4) são satisfeitas sob a condição de que o pneu seja montado em um aro padrão e enchido com uma pressão interna de 50 kPa:

5,3% de SH < W1pt < 6,8% de SH (1);
 1,7% de SH < W1tm < 3,2% de SH (2);
 2,8% de SH < W2tm < 4,3% de SH (3); e
 1,0% de SH < W1pt-W2pt < 3,0% de SH (4);

onde SH é uma altura de seção de pneu, R é um raio de aro, Hf é uma altura de um flange de aro de um aro padrão, P1 é uma posição na superfície externa do pneu com uma distância radial de $(R+1,18 \cdot Hf)$ a partir do eixo geométrico central do pneu, P2 é uma posição na superfície externa do pneu com uma distância radial de $(R+0,81 \cdot Hf)$ a partir do eixo geométrico central do pneu, T1 e T2 são interseções de

linhas perpendiculares traçadas a partir de P1 e P2, respectivamente, em relação à parte de carcaça principal e as partes de redobra, M1 e M2 são interseções de linhas perpendiculares e a parte de carcaça principal, Wlpt é a distância a partir de P1 a T1, Wltm é a distância a partir de T1 a M1, e W2pt é uma distância a partir de P2 a T2.

Conforme aqui usado, o termo "aro padrão" se refere a um aro padrão para um tamanho aplicado especificado no YEAR BOOK, Edição de 2006, publicada por JATMA no Japão, e onde o padrão TRA ou o padrão ETRTO é adotado no local de uso ou fabricação, a definição mencionada acima segue tal padrão.

No processo de concluir a invenção definida na reivindicação 1, o inventor da presente invenção examinou três tipos de durabilidade, isto é, durabilidade da parte de redobra da carcaça em torno do núcleo de talão, durabilidade da camada de borracha da carcaça e resistência ao corte dos cordões de carcaça (filamentos). O inventor, então, descobriu que quando o pneu recebe uma carga para induzir deformação por colapso são causados, um esforço de cisalhamento da parte de redobra da carcaça, um esforço de cisalhamento da camada de borracha entre as lonas de carcaça, e um esforço de compressão da parte de redobra da carcaça; a entrada repetida de esforço de elevado cisalhamento ou esforço de alta compressão resultando em um mau funcionamento. Para diminuir os níveis desses esforços, o inventor conduziu, adicionalmente, a análise e os experimentos mencionados abaixo e examinou os seguintes:

(1) Durabilidade da parte de redobra da carcaça e durabilidade da camada de borracha da carcaça.

Uma separação ocorre em uma parte T1, a qual está nas proximidades de T1, da parte de redobra da carcaça. Isso porque quando o pneu recebe uma carga para induzir uma

deformação por colapso, a quantidade de colapso com um flange de aro sendo seu ponto de suporte é grande e, desse modo, o esforço de cisalhamento maximiza na próxima parte T1 (vide, por exemplo, Figura 3).

Para suprimir o colapso da parte T1, é eficaz ampliar a distância entre uma parte contatando o aro e a parte T1 mediante aumento de Wlpt e dispor a parte de redobra (lona de redobra) próximo à parte de carcaça principal (lona principal), onde a força de tensão é grande mesmo sob carga mediante diminuição de Wltm (vide, por exemplo, Figura 4), que pode reduzir o esforço de cisalhamento da parte T1.

Observa-se que um aumento excessivo de Wlpt pode diminuir a durabilidade devido a um aumento da quantidade de calor gerado, de modo que é necessário estabelecer limites aceitáveis. Especificamente, quando Wlpt é menor do que 5,3% de SH ou Wltm é maior do que 3,2% de SH, durabilidade suficiente das partes de redobra de carcaça não pode ser garantida para um usuário demandando uma condição de serviço severa (carga pesada ou semelhante).

Quando Wltm é menor do que 1,7% de SH, a tensão de cisalhamento da carcaça de borracha das carcaças é aumentada, e a separação da camada de borracha da carcaça ocorre antes de uma separação da parte de redobra de carcaça, de modo que esse 1,7% é um limite sob condições existentes. Consequentemente, a relação,

$$1,7\% \text{ de SH} < Wltm < 3,2\% \text{ de SH}$$

é uma limitação indispensável.

Entretanto, quando a relação mencionada acima é satisfeita, mas Wlpt é maior do que 6,8% de SH, a temperatura da parte de talão é elevada a mais do que àquela do pneu convencional. Portanto, a relação,

$$5,3\% \text{ de SH} < Wlpt < 6,8\% \text{ de SH}$$

é uma limitação indispensável adicional.

(2) Resistência ao corte dos cordões de carcaça (filamentos)

5 O pneu recebe uma carga para induzir uma deformação de colapso da parte de talão e semelhante no sentido para fora do pneu, mas se a parte de redobra da carcaça for arranjada em uma região próxima a um plano neutro da deformação de flexão (a carcaça principal), a quantidade de uma força de compressão aplicada à redobra
10 pode ser reduzida para suprimir o esforço de compressão.

Especificamente, é importante a espessura entre carcaça a partir da face superior do núcleo de talão para a parte W1tm, onde a espessura de borracha entre a parte de carcaça principal e a parte de redobra é geralmente
15 uniforme. Comprimindo-se uma linha divisória na parte W2tm que é uma parte média aproximada entre a face superior do núcleo de talão e a parte W1tm, isto é, estreitando-se a folga entre as linhas de trajetória da carcaça diminui-se a quantidade da força de compressão aplicada a partir do
20 núcleo de talão para a parte de redobra, o que aumenta a quantidade de redução no esforço de compressão.

Observa-se que redução excessiva de W2tm diminuirá a rigidez de uma parte de borracha disposta entre a parte de carcaça principal e a parte de redobra e
25 aumenta-se a quantidade de colapso sob carga para deteriorar a durabilidade da parte de redobra de carcaça, de modo que um limite aceitável deve ser determinado.

Além disso, é difícil em termos de fabricação de pneu formar uma linha de trajetória de carcaça L1 (vide
30 Figura 5) e uma linha de trajetória de carcaça L2 (vide Figura 6) que sejam localmente deformadas em grande extensão, de modo que quando a parte W2tm é estreitada, um limite aceitável para a relação entre W1pt e W2pt deve ser

determinado.

Especificamente, se $W2tm$ for maior do que 4,3% de SH, a resistência ao corte dos cordões é deteriorada em maior grau do que aquela do produto convencional. Se as relações (1) e (2) forem satisfeitas, mas $W2tm$ for menor do que 2,8% de SH, a quantidade de colapso sob carga aumenta para deteriorar o esforço de cisalhamento, o qual não pode garantir durabilidade suficiente da parte de redobra de carcaça para um usuário demandando condições severas de serviço. Portanto, a relação,

$$2,8\% \text{ de SH} < W2tm < 4,3\% \text{ de SH}$$

é uma limitação indispensável.

Devido a uma limitação de fabricação, $W1pt-W2pt$ menor do que 1,0% de SH produz a linha de trajetória de carcaça L1 conforme mostrado na Figura 5, enquanto $W1pt-W2pt$ maior do que 3,0% de SH produz a linha de trajetória de carcaça L2 conforme mostrado na Figura 6. Consequentemente, a relação,

$$1,0\% \text{ de SH} < W1pt-W2pt < 3,0\% \text{ de SH}$$

é uma limitação indispensável.

Desse modo, a invenção de acordo com a reivindicação 1 pode aperfeiçoar três tipos de durabilidade, isto é, durabilidade da parte de redobra da carcaça em torno do núcleo de talão, durabilidade da camada de borracha da carcaça e resistência ao corte dos cordões de carcaça sem utilização de um componente adicional mediante alteração da linha de trajetória de carcaça em torno da parte de talão, desse modo proporcionando um pneumático radial para carga pesada com uma maior durabilidade.

EFEITO DA INVENÇÃO

De acordo com a presente invenção, o pneumático radial para carga pesada pode ter três tipos de

durabilidade, isto é, durabilidade da parte de redobra da carcaça em torno do núcleo de talão, durabilidade da camada de borracha da carcaça e resistência ao corte dos cordões de carcaça.

5

BREVE DESCRIÇÃO DOS DESENHOS

A Figura 1 é uma vista em corte na direção radial de pneu de um pneumático radial para carga pesada de acordo com uma modalidade da presente invenção.

10

A Figura 2 é uma vista em corte de uma parte de talão de um pneu radial pneumático para carga pesada de acordo com uma modalidade da presente invenção.

15

A Figura 3 é uma vista de modelagem analítica de um exemplo analítico mostrando uma distribuição de esforço de cisalhamento na parte de talão, onde a densidade superior dos pontos se refere ao maior esforço de cisalhamento.

20

A Figura 4 é uma vista de modelagem analítica de um exemplo analítico mostrando o formato da parte de talão sob carga.

A Figura 5 é uma vista em corte da parte de talão mostrando um exemplo do formato da linha de trajetória de carcaça que é difícil de realizar em termos de fabricação de um pneu.

25

A Figura 6 é uma vista em corte da parte de talão mostrando um exemplo do formato da linha de trajetória de carcaça que é difícil de realizar em termos de fabricação de um pneu.

DESCRIÇÃO DOS SÍMBOLOS

30

- 10 pneumático radial para carga pesada
- 12 carcaça radial de aço
- 12E parte de redobra
- 12M parte de carcaça principal
- 20 aro (aro padrão)

MELHOR MODO PARA REALIZAÇÃO DA INVENÇÃO

São discutidas em seguida modalidades da presente invenção. Conforme mostrado nas Figuras 1 e 2, um pneumático radial 10 para carga pesada de acordo com uma modalidade da presente invenção é provido com uma lona de carcaça radial de aço 12 (em seguida referida simplesmente como carcaça 12). A carcaça 12 tem uma parte de carcaça principal 12M se estendendo de forma toroidal entre os núcleos de talão 16 das partes de talão 14, e uma parte de redobra 12E virada para cima ao longo dos núcleos de talão 16 a partir do lado interno para o lado externo na direção radial do pneu. Uma cinta constituída de múltiplas camadas de cinta é disposta no lado circunferencial externo da parte de corda e uma banda de rodagem 18 provida com ranhuras é formada na cinta no lado externo na direção radial do pneu. Observa-se que a relação de perfil do pneumático radial 10 é de 90% ou mais nessa modalidade.

Nessa modalidade, conforme mostrado na Figura 2, as posições e as distâncias são definidas da seguinte maneira.

R é um raio de um aro padrão 20, Hf é uma altura de um flange de aro 22, P1 é uma posição na superfície externa do pneu com uma distância radial de $(R+1,18 \cdot Hf)$ a partir do eixo geométrico central do pneu, e P2 é uma posição na superfície externa de pneu com uma distância radial de $(R+0,81 \cdot Hf)$ a partir do eixo geométrico central do pneu. T1 e T2 são interseções de linhas perpendiculares traçadas a partir de P1 e P2, respectivamente, para uma linha de trajetória de carcaça 13M da parte de carcaça principal 12M (em seguida, referida como linha de trajetória de carcaça principal) e uma linha de trajetória de carcaça 13E da parte de redobra 12E (a seguir referida como uma linha de trajetória de carcaça de redobra), e M1 e

M2 são interseções das linhas perpendiculares e a linha de trajetória de carcaça principal 13M. W1pt é uma distância a partir de P1 para T1, W1tm é uma distância a partir de T1 para M1, e W2pt é uma distância a partir de P2 para T2.

5 A presente modalidade satisfaz às relações (1) a (4) a seguir.

$$5,3\% \text{ de SH} < W1pt < 6,8\% \text{ de SH} \quad (1);$$

$$1,7\% \text{ de SH} < W1tm < 3,2\% \text{ de SH} \quad (2);$$

$$2,8\% \text{ de SH} < W2tm < 4,3\% \text{ de SH} \quad (3); \text{ e}$$

10 $1,0\% \text{ de SH} < W1pt - W2pt < 3,0\% \text{ de SH} \quad (4).$

Quando a relação (1) é satisfeita, a durabilidade da parte de redobra de carcaça pode ser aperfeiçoada sem elevar a temperatura na parte de talão 14 em relação àquela do pneu convencional. Quando a relação (2) é satisfeita, a durabilidade da camada de borracha de carcaça é igual ou maior do que àquela do pneu convencional e a durabilidade da parte de redobra de carcaça pode ser aperfeiçoada. Além disso, quando a relação (3) é satisfeita, a resistência ao corte dos cordões de carcaça e a durabilidade da parte de redobra de carcaça podem ser aperfeiçoadas. Adicionalmente, quando a relação (4) é satisfeita, a linha de trajetória de carcaça principal 13M e a linha de trajetória de carcaça de redobra 13E podem assumir formatos disponíveis em termos de fabricação de pneu mesmo no caso em que W2tm é pequeno.

25 Consequentemente, toda a durabilidade da parte de redobra de carcaça, a durabilidade da camada de borracha da carcaça 12 e a resistência ao corte dos cordões de carcaça podem ser aperfeiçoadas, de modo que um pneumático radial 10 para carga pesada com maior durabilidade pode ser provido. Em outras palavras, em comparação com o pneu convencional, todos os três tipos mencionados acima de durabilidade podem ser aperfeiçoados simplesmente mediante alteração da linha de trajetória de carcaça em torno da

parte de talão 14 sem usar um componente adicional. Observa-se que a linha de trajetória de carcaça em torno do núcleo de talão afeta amplamente um aperfeiçoamento da resistência ao corte dos cordões de carcaça (filamentos) e a presente modalidade utiliza esse fato para realizar um aperfeiçoamento efetivo da resistência ao corte dos cordões de carcaça.

Exemplo de Análise

Para confirmar o efeito da presente invenção, o inventor realizou cálculo analítico de esforço causado em um pneu sob carga com FEM (Método de Elemento Finito) para avaliar a resistência ao esforço para um exemplo de um pneumático radial 10 para carga pesada da modalidade mencionada acima (em seguida referido como ET), um exemplo de um pneumático radial para carga pesada do pneu convencional (em seguida referido como CT) e quatro exemplos de pneumático radial para carga pesada para comparação (a seguir referidos como RT 1-4).

Nesses exemplos de análise, todos os pneus são para um veículo de construção (pneu OR) e têm um tamanho de 46/90R57.

Condições de cada uma das partes de talão nesse exemplo de análise são mostradas na Tabela 1.

Tabela 1

Condição de pneu		CT	RT1	RT2	RT3	RT4	ET
Índice de avaliação para esforço	Wlpt (relação para SH)	5,0%	5,2%	6,2%	6,2%	6,8%	6,2%
	Wltm (relação para SH)	3,3%	3,2%	2,3%	1,6%	3,2%	2,3%
	W2tm (relação para SH)	4,2%	5,4%	2,5%	3,9%	3,9%	3,9%
	Wlpt-W2pt (relação para SH)	1,8%	2,6%	2,7%	1,1%	2,9%	2,4%
	Esforço de cisalhamento da parte de redobra de carcaça	100	92	88	79	78	81
	Esforço de cisalhamento da camada de borracha de carcaça	100	100	95	110	95	99
	Esforço de compressão do cordão de carcaça	100	150	70	80	85	82

Resultado de avaliação a partir do teste de tambor	Geração de calor da parte de talão					
	-	Próxima a CT	Próxima a CT	Próxima a CT	Próxima a CT + 6°C	Próxima a CT
Problemas na parte de talão	-					
	Abortar devido a uma separação na parte de redobra de carcaça	Abortar devido ao corte de um cordão de carcaça	Completa porém pequena separação encontrada na parte de redobra de carcaça	Completa, mas uma rachadura encontrada na camada de borracha de carcaça	Separação completa, mas pequena, encontrada na parte de redobra de carcaça	Completa sem problema
Tempo de deslocamento (H)	400	450	500	500	500	500

Nesse exemplo de análise, esforços foram calculados com FEM em uma condição em que todos os pneus foram montados em um aro padrão (TRA) e a pressão interna especificada (TRA) e a carga especificada (TRA) foram aplicadas. Suponha que um índice de avaliação para o pneu convencional é de 100, índices de avaliação para os outros pneus, os quais foram valores relativos ao índice para o pneu convencional, foram calculados. Os resultados são mostrados também na Tabela 1. Com relação ao esforço na Tabela 1, o índice de avaliação menor representa o melhor desempenho.

Como se pode ver a partir da Tabela 1, o Pneu da Modalidade (ET) teve melhores índices de avaliação em todos de esforço de cisalhamento da parte de redobra de carcaça, esforço de cisalhamento da camada de borracha de carcaça e esforço de compressão do cordão de carcaça.

Além disso, confirma-se nesse exemplo de análise que quando o pneu recebe uma carga para induzir deformação por colapso, a quantidade de colapso em direção ao flange de aro 22 é a máxima e o esforço de cisalhamento é maximizado na parte T1, conforme mostrado na Figura 3.

Adicionalmente, também se confirma nesse exemplo de análise que em comparação com o modelo 1 o qual é o pneu Convencional, o modelo 2 o qual tem Wltm pequeno como com a presente invenção pode reduzir o colapso da parte T1 sob deflação (pressão interna: 50 kPa) e, desse modo, pode reduzir o esforço de cisalhamento. Observar que os modelos 1 e 2 têm o mesmo Wlpt.

Exemplos

Para confirmar o efeito da presente invenção, o inventor fabricou efetivamente o pneu de Modalidade Mencionada Acima, pneus de Referência e pneu Convencional, e conduziu um teste de durabilidade de uma parte de talão

para avaliar a durabilidade.

Nesses exemplos, todos os pneus foram montados no aro padrão e então a temperatura da parte de talão foi medida sob uma condição em que a pressão interna especificada e 100% da carga especificada (TRA) foram aplicadas, a velocidade de deslocamento foi de 8 km/h e o diâmetro do tambor foi de 5 metros. Os resultados medidos também são mostrados na Tabela 1.

Então, 170% da carga especificada (TRA) foram aplicados e o teste de tambor foi realizado por 500 horas. Qualquer um de um caso em que o teste poderia ser realizado por 500 horas e um caso em que o teste poderia ser realizado apenas em menos do que 500 horas, as partes de talão foram separadas para se avaliar os problemas nas partes de talão. Os resultados são também mostrados na Tabela 1.

Conforme pode ser visto a partir da Tabela 1, o pneu de Exemplo e os pneus de Referência 1-4 tinham tempo de deslocamento mais longo do que o pneu Convencional. Além disso, o pneu de Exemplo e os pneus de Referência 2-4 poderiam se deslocar por 500 horas.

O pneu de Exemplo satisfaz suficientemente a todos os três tipos de durabilidade, isto é: 1) durabilidade da parte de redobra da carcaça em torno do núcleo de talão, 2) durabilidade da camada de borracha da carcaça e 3) resistência ao corte dos cordões de carcaça (filamentos).

As modalidades da presente invenção foram discutidas por intermédio de exemplo, mas essas modalidades são apenas exemplos e a presente modalidade pode ser alterada desde que não se afaste da essência da invenção. Além disso, o escopo da presente invenção, evidentemente, não é limitado às modalidades discutidas acima.

REIVINDICAÇÕES

1. Pneumático radial para carga pesada compreendendo ao menos uma carcaça radial de aço composta de uma parte de carcaça principal se estendendo em um formato toroidal entre um par de núcleos de talão e partes de redobra virando para cima ao longo dos núcleos de talão a partir do lado interno para o lado externo na direção radial do pneu, em que as seguintes relações são satisfeitas sob a condição de que o pneu seja montado em um aro padrão e enchido com uma pressão interna de 50 kPa:

$$5,3\% \text{ de SH} < W_{1pt} < 6,8\% \text{ de SH};$$

$$1,7\% \text{ de SH} < W_{1tm} < 3,2\% \text{ de SH};$$

$$2,8\% \text{ de SH} < W_{2tm} < 4,3\% \text{ de SH}; \text{ e}$$

$$1,0\% \text{ de SH} < W_{1pt} - W_{2pt} < 3,0\% \text{ de SH},$$

onde SH é uma altura de seção de pneu, R é um raio de aro, Hf é uma altura de um flange de aro de um aro padrão, P1 é uma posição na superfície externa do pneu com uma distância radial de $(R+1,18 \cdot Hf)$ a partir do eixo geométrico central do pneu, P2 é uma posição na superfície externa do pneu com uma distância radial de $(R+0,81 \cdot Hf)$ a partir do eixo geométrico central do pneu, T1 e T2 são interseções de linhas perpendiculares traçadas a partir de P1 e P2, respectivamente, em relação à parte de carcaça principal e as partes de redobra, M1 e M2 são interseções de linhas perpendiculares e a parte de carcaça principal, W1pt é a distância a partir de P1 a T1, W1tm é a distância a partir de T1 a M1, e W2pt é uma distância a partir de P2 a T2.

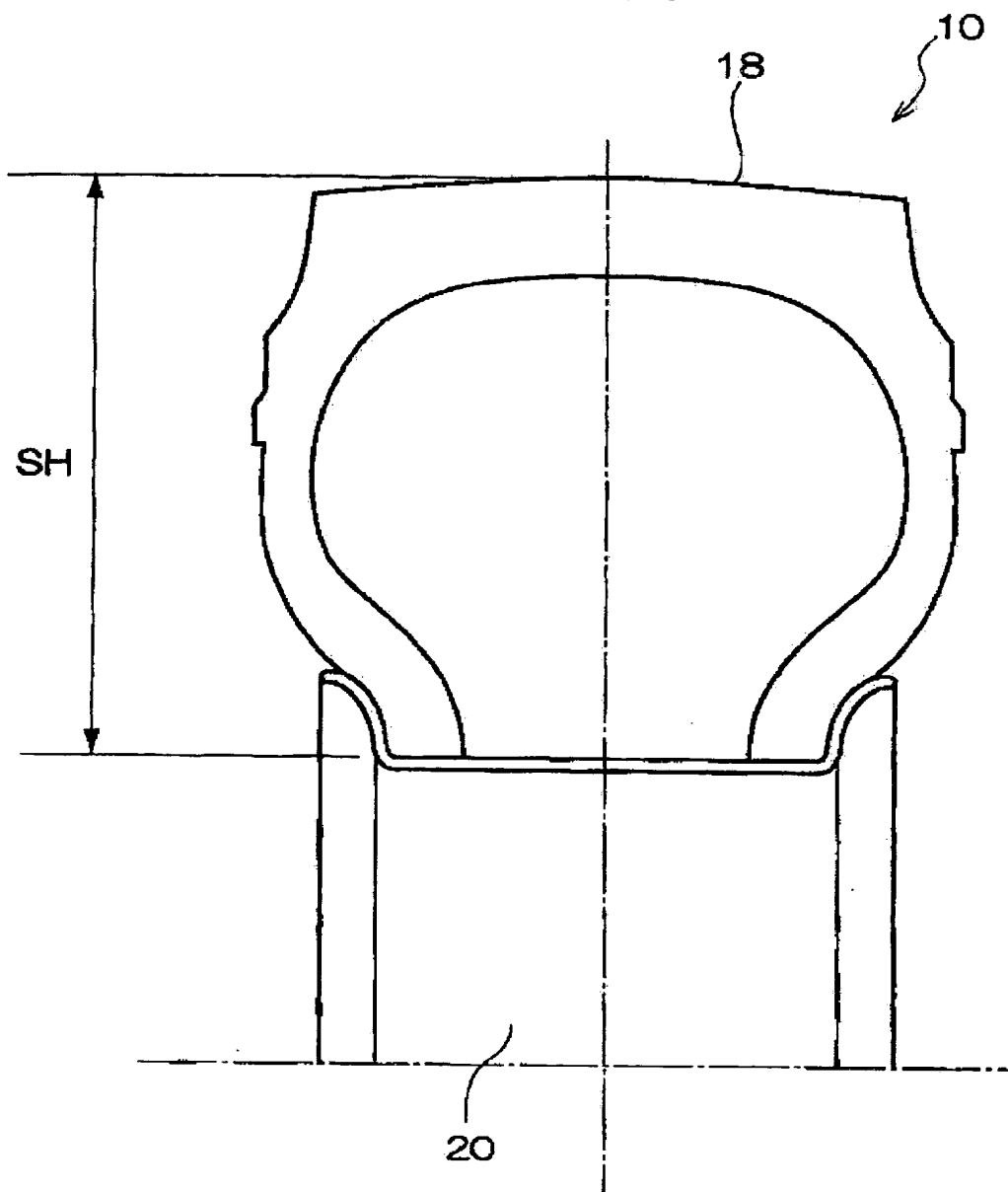
FIG. 1

FIG. 2

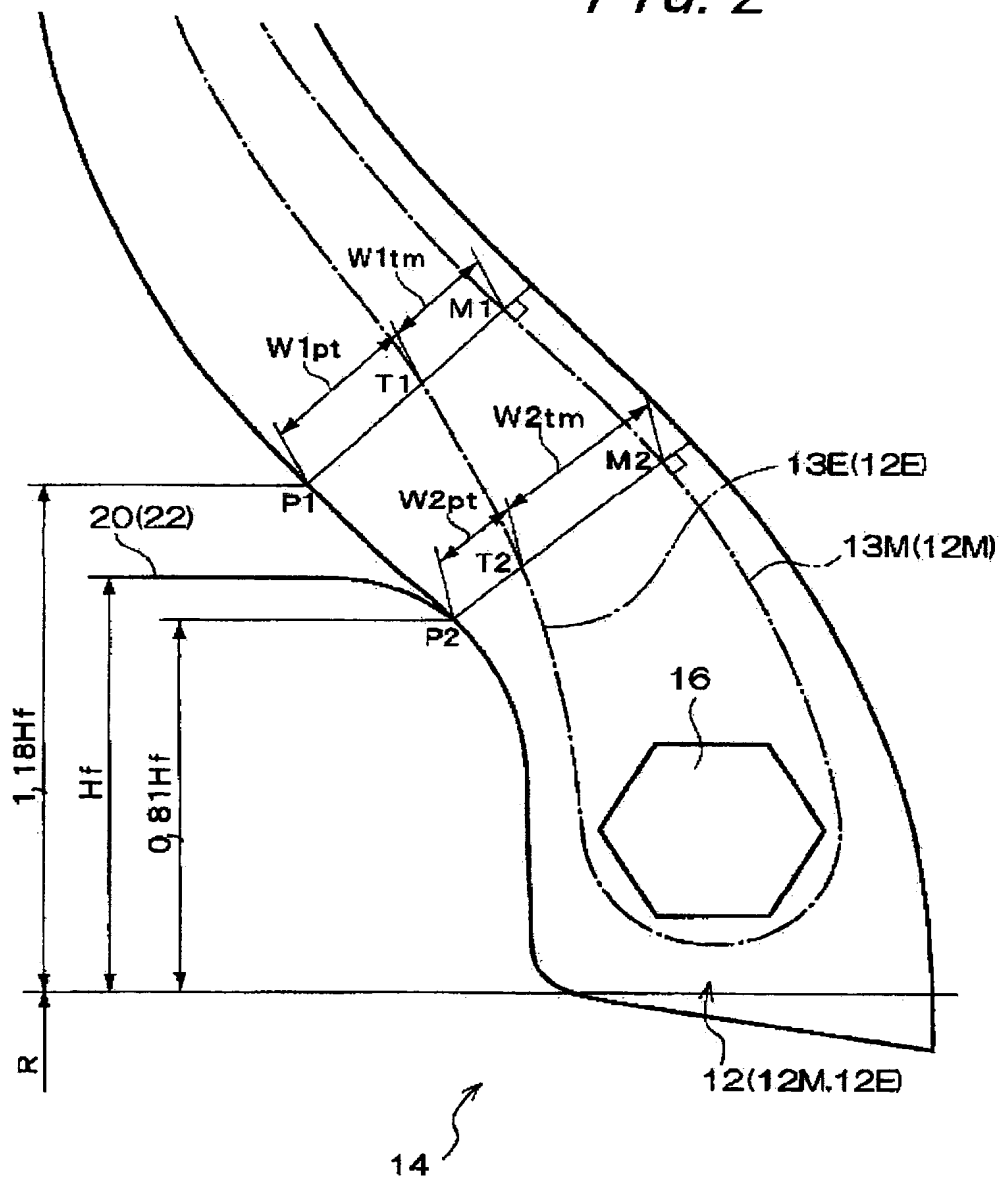


FIG. 3

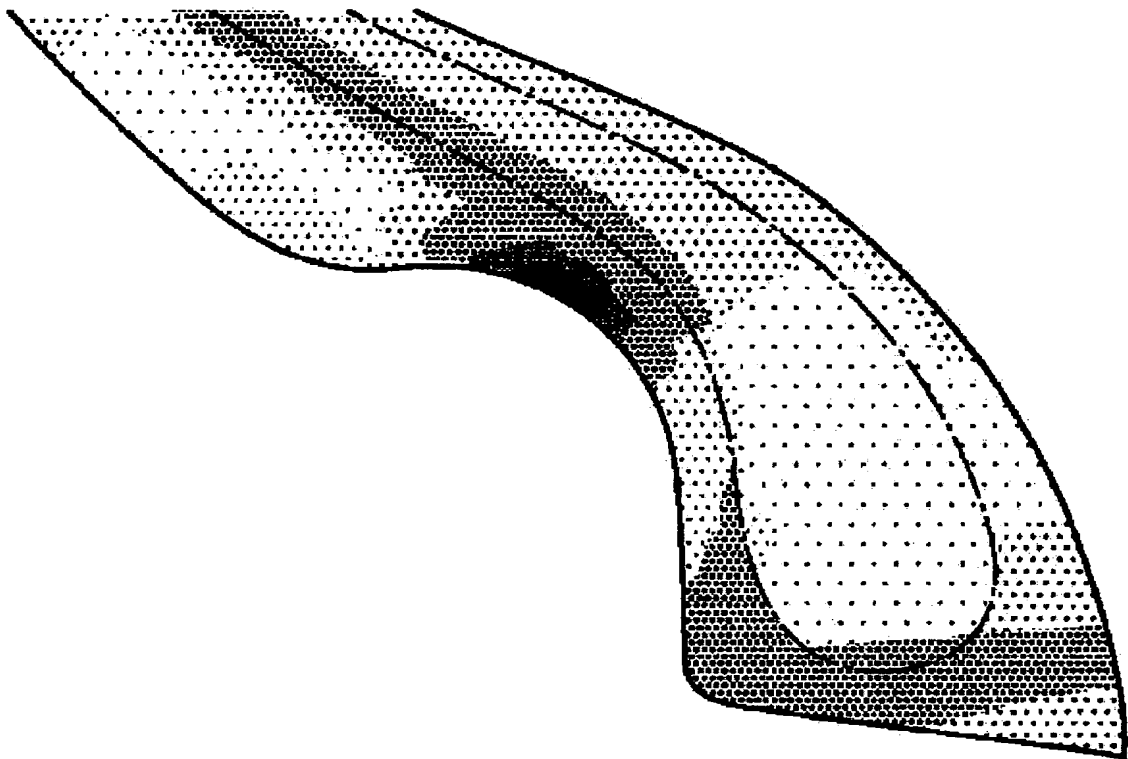


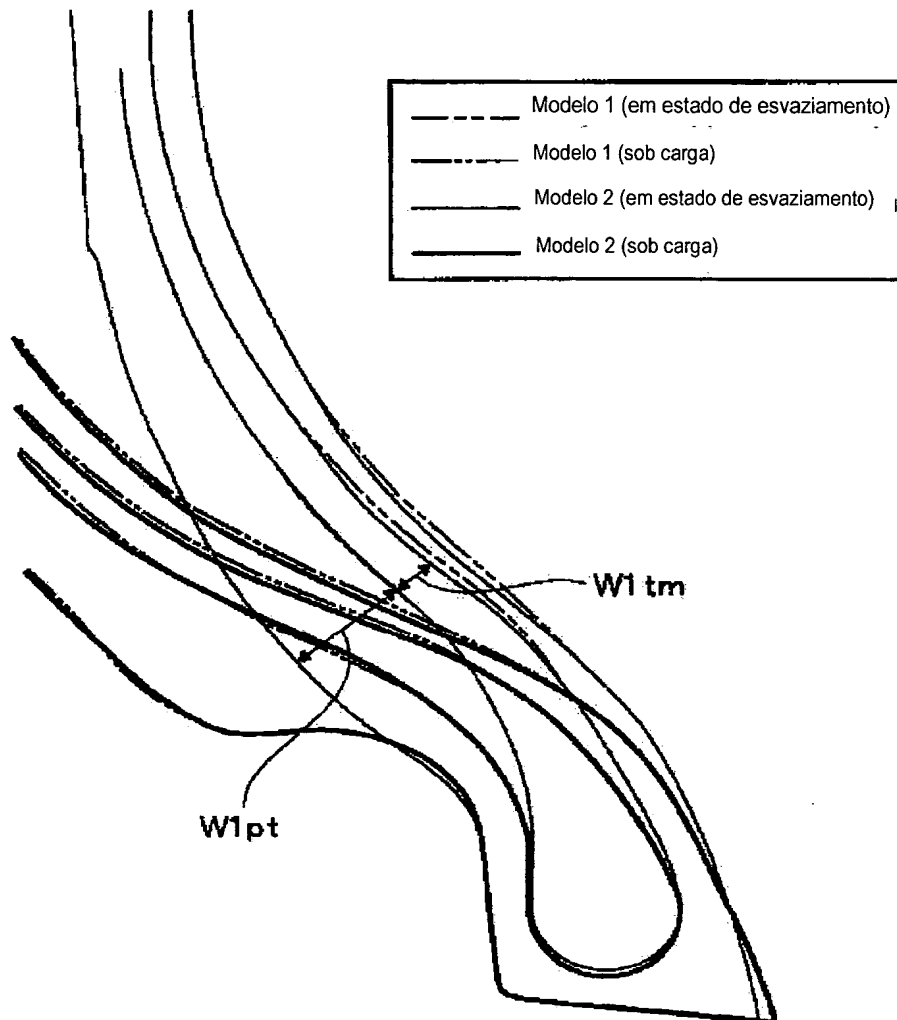
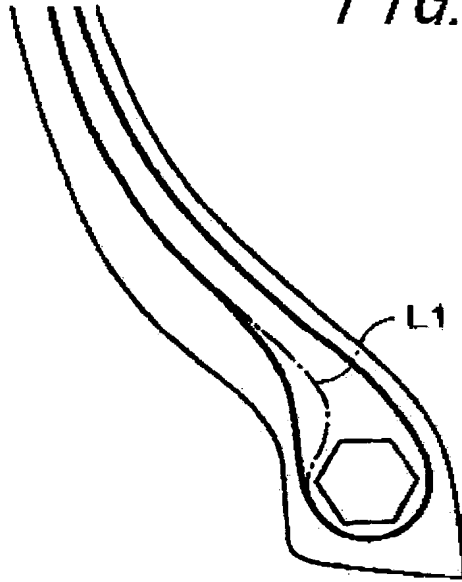
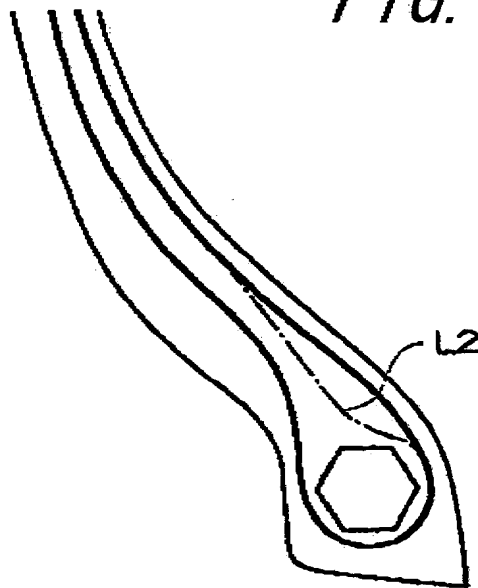
FIG. 4

FIG. 5

[図6]

FIG. 6

RESUMO

"PNEUMÁTICO RADIAL PARA CARGA PESADA"

O objetivo da presente invenção é o de prover um pneumático radial para carga pesada que efetivamente aperfeiçoe os três tipos de durabilidade, isto é, durabilidade da parte de redobra da carcaça, durabilidade da camada de borracha da carcaça e resistência ao corte dos cordões de carcaça. Uma carcaça radial de aço (12) é composta da parte de carcaça principal (12M) e partes de redobra (12E). O pneu é montado em um aro padrão 20 e, supondo-se que P1 seja uma posição na superfície externa do pneu com uma distância radial de $(R+1,18 \cdot H_f)$ a partir do eixo geométrico central do pneu, P2 é uma posição na superfície externa do pneu com uma distância radial de $(R+0,81 \cdot H_f)$ a partir do eixo geométrico central do pneu, T1 e T2 são interseções de linhas perpendiculares traçadas a partir de P1 e P2, respectivamente, para a parte de carcaça principal (12M) e a parte de redobra (12E), M1 e M2 são interseções das linhas perpendiculares e a parte de carcaça principal (12M). T1, T2, M1 e M2 satisfazem as relações posicionais mútuas determinadas.