

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 552 545**

51 Int. Cl.:

B60C 13/00 (2006.01)

B60C 9/00 (2006.01)

B60C 15/06 (2006.01)

B60C 17/00 (2006.01)

D02G 3/02 (2006.01)

D02G 3/48 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.01.2006 E 06712087 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.08.2015 EP 1857299**

54 Título: **Neumático que puede rodar deshinchado**

30 Prioridad:

21.01.2005 JP 2005014157

21.01.2005 JP 2005014202

16.09.2005 JP 2005270831

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

30.11.2015

73 Titular/es:

**BRIDGESTONE CORPORATION (100.0%)
10-1, KYOBASHI 1-CHOME
CHUO-KU, TOKYO 104-8340, JP**

72 Inventor/es:

**YOKOKURA, HIROYUKI;
AKAHANE, HIDENOBU;
ZUIGYO, YUGO;
MAEHARA, DAISUKE y
YAMAMOTO, MASAHIKO**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 552 545 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Neumático que puede rodar deshinchado

Campo técnico

5 Esta invención se refiere a un neumático que puede rodar deshinchado, y más particularmente a un neumático que puede rodar deshinchado del tipo de refuerzo lateral, en el que se mejora en gran medida la durabilidad durante la rodadura en estado deshinchado, sin dañar la comodidad al circular durante la rodadura usual.

Técnica relacionada

10 Como un neumático capaz de rodar de modo seguro durante una cierta distancia sin perder la capacidad de soportar una carga del neumático, incluso si cae la presión interna del neumático debido a un pinchazo o similar, o el llamado neumático que puede rodar deshinchado, se han propuesto hasta ahora diversas clases de neumáticos que pueden rodar deshinchados del tipo de refuerzo lateral, tales como un neumático en el que una capa de caucho de refuerzo lateral, que tiene un módulo relativamente alto y una forma de media luna en sección, está dispuesta en una cara interior de una carcasa en una porción de costado del neumático (que se puede denominar también porción lateral) para mejorar la rigidez de la porción de costado y, por consiguiente, se puede soportar la carga, sin aumentar extremadamente la deformación flexible de la porción de costado durante la caída de la presión interna, y un neumático en el que la porción de costado está reforzada con diversos miembros de refuerzo, y semejantes (véanse los documentos JP-A-2000-264012, JP-A-2002-500587, JP-A-2002-500589 y JP-A-2004-306658).

20 En los neumáticos que pueden rodar deshinchados convencionales del tipo de refuerzo lateral, no obstante, la flexión del neumático es grande durante la rodadura en estado deshinchado y, también, la temperatura de la porción de costado durante la rodadura en estado deshinchado llega a ser mayor y, por consiguiente, disminuye la rigidez de la porción de costado debido al reblandecimiento del caucho, haciendo mayor además la flexión y, como consecuencia, se causan problemas en la última etapa de la rodadura en estado deshinchado debido principalmente al agrietamiento de la capa de caucho de refuerzo lateral que tiene la forma de media luna en sección. Por lo tanto, los neumáticos que pueden rodar deshinchados convencionales del tipo de refuerzo lateral tienen el problema de que la distancia que aguantan durante la rodadura en estado deshinchado es corta.

30 Por otro lado, las fibras de celulosa, tales como el rayón y similar, son de alta elasticidad a temperatura ambiente y de alta adhesividad al caucho, de manera que se usan como un miembro de refuerzo para diversos artículos de caucho, incluyendo un cordón para el refuerzo del neumático. Además, las fibras de celulosa tienen una estabilidad dimensional térmica ya que los módulos de Young a temperatura ambiente y a temperaturas más altas son mayores que los del poliéster, tal como PET o similar, y la contracción al calor a 177°C es tan alta como del 0,65 al 1,0%. Por lo tanto, las fibras de celulosa se usan como un cordón de refuerzo para una carcasa en el neumático que puede rodar deshinchado del tipo de refuerzo lateral.

35 En el neumático que puede rodar deshinchado convencional del tipo de refuerzo lateral, que usa el cordón de fibras de celulosa de rayón o similar como el cordón de refuerzo para la carcasa, no obstante, dado que el módulo de elasticidad de la fibra de celulosa no es suficientemente alto, la flexión del neumático es grande durante la rodadura en estado deshinchado y, también, la temperatura del neumático llega a ser mayor durante la rodadura en estado deshinchado, disminuyendo la rigidez de la lona de carcasa para, además, hacer mayor por ello la flexión del neumático.

40 Al contrario, cuando la porción de costado se refuerza haciendo el calibre de la capa de caucho de refuerzo lateral más grueso o similar para prolongar la distancia que aguanta el neumático durante la rodadura en estado deshinchado, existen los problemas de que aumenta el peso del neumático, sube el alabeo longitudinal del neumático durante la rodadura usual y se deteriora la comodidad al circular durante la rodadura usual.

Explicación de la invención

45 Por lo tanto, un objeto de la invención es resolver los problemas de las técnicas convencionales y proporcionar un neumático que puede rodar deshinchado que mejora la durabilidad durante la rodadura en estado deshinchado, sin dañar la comodidad al circular durante la rodadura usual.

50 Los inventores han realizado diversos estudios para conseguir el objeto anterior y han descubierto que usando una capa de cordones que incluya cordones de fibras de policetona con un esfuerzo de contracción térmica y un módulo de elasticidad particulares en, al menos, una parte de una zona A que varía desde un extremo de cinturón hasta una parte de anchura máxima de una porción lateral del neumático y una zona B que varía desde cerca de un núcleo de talón hasta un relleno de talón, más en concreto, usando el cordón de fibras de policetona con el esfuerzo de contracción térmica y el módulo de elasticidad particulares como un cordón de refuerzo para una carcasa o disponiendo una capa de cordones de refuerzo realizada de cordones cauchutados de fibras de policetona con el esfuerzo de contracción térmica y el módulo de elasticidad particulares en, al menos, una parte en el exterior de la carcasa se puede suprimir la flexión del neumático durante la rodadura en estado deshinchado, sin aumentar su peso y, por consiguiente, se puede mejorar en gran medida la durabilidad de la rodadura en estado deshinchado del

neumático sin deteriorar la comodidad al circular durante la rodadura usual y, como consecuencia, se ha realizado la invención.

Es decir, el neumático que puede rodar deshinchado según la invención es como se establece en la reivindicación 1.

5 El esfuerzo de contracción térmica σ , a 177°C, del cordón de fibras de policetona utilizado en esta memoria es un esfuerzo generado a 177°C en el cordón cuando una muestra del cordón de fibras de policetona, que tiene una longitud fija de 25 cm y está sometido a un tratamiento por inmersión usual antes de la vulcanización, es calentada a una temperatura que se eleva a un régimen de 5°C/minuto, mientras que el módulo de elasticidad E, a 25°C bajo una carga de 49 N, del cordón de fibras de policetona es un módulo de elasticidad, en unidades de cN/dtex, calculado a partir de una línea tangente a 49 N en la curva S-S mediante un ensayo de tracción del cordón según JIS.

10 Las realizaciones preferibles del neumático que puede rodar deshinchado según la invención son las siguientes.

El primer neumático preferible es un neumático que puede rodar deshinchado (1) según la reivindicación 1, en el que la capa de cordones que incluye el cordón de fibras de policetona es una lona de carcasa.

15 En el neumático que puede rodar deshinchado del punto (1), es preferible que el cordón de fibras de policetona tenga un coeficiente de torsión (Nt), definido por la siguiente ecuación (III), no menor que 0,34:

$$Nt = \tan \theta = 0,001 \times N \times (0,125 \times D / \rho)^{1/2} \dots (III)$$

[en la que N es el número de torsión (vueltas/10 cm) y ρ es el peso específico del cordón (g/cm^3) y D es el número decitex total del cordón (dtex)]. En este caso, el número de torsión N es un número de torsión cuando se retuercen una pluralidad de los haces de filamentos anteriores.

20 En el neumático que puede rodar deshinchado del punto (1), es preferible que el recuento final de los cordones de fibras de policetona en la lona de carcasa sea de 35 a 60 (cordones/50 mm).

25 El segundo neumático preferible es un neumático que puede rodar deshinchado (2) según la reivindicación 1, en el que la capa de cordones que incluye el cordón de fibras de policetona es una capa de cordones de refuerzo dispuesta en una zona A que varía desde un extremo de cinturón hasta una parte de anchura máxima de una porción lateral del neumático o una zona B que varía desde cerca de un núcleo de talón hasta un relleno de talón.

30 El tercer neumático preferible es un neumático que puede rodar deshinchado (3) que comprende además una carcasa constituida por una o más lonas de carcasa y que tiene una estructura doblada hacia arriba, arrollada alrededor de un núcleo de talón situado en ambos lados, en una dirección a lo ancho, y una capa de caucho de refuerzo lateral dispuesta en una porción de costado del neumático en cada lado, en la dirección a lo ancho del neumático, y que tiene una forma de media luna en sección,

caracterizado por que

un par de capas de cordones de refuerzo se dejan dentro de una rigidez igual o mayor que la de la carcasa y están dispuestas para cubrir, al menos, una parte de la capa de caucho de refuerzo lateral en cada lado, en una dirección a lo ancho del neumático, desde el exterior de la carcasa;

35 la capa de cordones de refuerzo está dispuesta adyacente a una porción de la carcasa correspondiente a una zona que varía, al menos, desde un extremo de un cinturón hasta una parte de anchura máxima de la porción lateral del neumático; y

un cordón que constituye la capa de cordones de refuerzo es un cordón de fibras de policetona que satisface las condiciones de las ecuaciones (I) y (II) anteriores.

40 El cuarto neumático preferible es un neumático que puede rodar deshinchado (4) según la reivindicación 1, en el que una capa de cordones de refuerzo está dispuesta en la zona A y/o la zona B, y un cordón que constituye la lona de carcasa y un cordón que constituye la capa de cordones de refuerzo son el cordón de fibras de policetona.

45 En el neumático que puede rodar deshinchado del punto (4), es preferible que la capa de cordones de refuerzo sea, al menos, una parte de una zona A que varía desde un extremo de cinturón hasta una parte de anchura máxima de una porción lateral del neumático y una zona B que varía desde cerca de un núcleo de talón hasta un relleno de talón.

En los neumáticos que pueden rodar deshinchados de los puntos (2), (3) y (4), es preferible que un ángulo del cordón de fibras de policetona en la capa de cordones de refuerzo con respecto a la dirección radial del neumático sea de 0 a 85°.

50 En los neumáticos que pueden rodar deshinchados de los puntos (2), (3) y (4), es preferible que el cordón de fibras de policetona tenga un coeficiente de torsión (Nt), definido por la ecuación (III), no menor que 0,25.

En los neumáticos que pueden rodar deshinchados de los puntos (2), (3) y (4), es preferible que un recuento final de los cordones de fibras de policetona en la capa de cordones de refuerzo sea de 5 a 60 (cordones/50 mm).

5 En los neumáticos que pueden rodar deshinchados de los puntos (2), (3) y (4), en los que los cordones que constituyen la capa de cordones de refuerzo, dispuesta en el estado montado en un vehículo, están inclinados en un sentido opuesto al sentido de rotación del neumático con respecto a la dirección radial y un ángulo de inclinación del cordón con respecto a la dirección radial del neumático está en un intervalo de 0 a 20°.

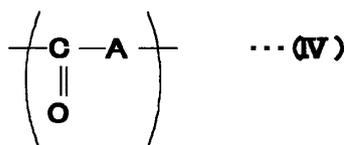
En los neumáticos que pueden rodar deshinchados de los puntos (2), (3) y (4), es preferible que un extremo de la capa de cordones de refuerzo tenga una estructura doblada hacia arriba, arrollada alrededor del núcleo de talón.

10 En los neumáticos que pueden rodar deshinchados de los puntos (2), (3) y (4), es preferible que un ángulo del cordón de fibras de policetona en la capa de cordones de refuerzo con respecto a la dirección radial del neumático no sea mayor que 5°.

En los neumáticos que pueden rodar deshinchados de los puntos (2), (3) y (4), es preferible que el cordón de fibras de policetona tenga un módulo de elasticidad E, a 25°C bajo una carga de 49 N, de 30 a 170 cN/dtex y un esfuerzo de contracción térmica σ , a 177°C, de 0,57 a 1,5 cN/dtex.

15 En el neumático que puede rodar deshinchado según la invención, es preferible que el cordón de fibras de policetona esté formado retorciendo dos o tres haces de filamentos, cada uno de policetona, que tienen una finura de 500 a 2.000 dtex.

En el neumático que puede rodar deshinchado según la invención, es preferible que la policetona tenga sustancialmente una unidad de repetición representada por la siguiente fórmula general (IV):



20 [en la que A es un resto obtenido de un compuesto insaturado polimerizado con enlaces insaturados, y puede ser el mismo o diferente en cada una de las unidades de repetición].

Además, es preferible particularmente que A en la fórmula (IV) sea un grupo etileno.

25 Según la invención, se puede prever un neumático que puede rodar deshinchado en el que se mejora en gran medida la durabilidad durante la rodadura en estado deshinchado, sin dañar la comodidad al circular durante la rodadura usual, utilizando el cordón de fibras de policetona que tiene el esfuerzo particular de contracción térmica y el módulo de elasticidad en, al menos, una parte de una zona A que varía desde un extremo de cinturón hasta una parte de anchura máxima de una porción lateral del neumático y una zona B que varía desde cerca de un núcleo de talón hasta un relleno de talón.

30 Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista en sección de una porción de la mitad de la derecha de una realización del neumático que puede rodar deshinchado según la invención.

La figura 2 es una vista en sección de una porción de la mitad de la derecha de otra realización del neumático que puede rodar deshinchado según la invención.

35 La figura 3 es una vista en sección de una porción de la mitad de la derecha de la otra realización del neumático que puede rodar deshinchado según la invención.

La figura 4 es una vista en sección de una porción de la mitad de la derecha de una realización adicional del neumático que puede rodar deshinchado según la invención.

40 La figura 5 es una vista en sección de una porción de la mitad de la derecha de otra realización del neumático que puede rodar deshinchado según la invención.

La figura 6 es una vista en sección de una porción de la mitad de la derecha de la otra realización del neumático que puede rodar deshinchado según la invención.

La figura 7 es una vista en sección de una porción de la mitad de la derecha de una realización adicional del neumático que puede rodar deshinchado, que no es según la invención.

45 La figura 8 es una vista en sección de una porción de la mitad de la derecha de otra realización del neumático que puede rodar deshinchado según la invención.

La figura 9 es una vista en sección de una porción de la mitad de la derecha de la otra realización del neumático que puede rodar deshinchado según la invención.

La figura 10 es una vista en sección de una porción de la mitad de la derecha de una realización adicional del neumático que puede rodar deshinchado según la invención.

- 5 La figura 11 es una vista en sección parcial de un neumático que puede rodar deshinchado durante una rodadura en estado deshinchado, como se analiza mediante un ordenador.

La figura 12 es una vista en sección parcial de una porción de cara lateral de un neumático que ilustra un ángulo de inclinación de un cordón que constituye una capa de cordones de refuerzo dispuesta en un neumático que puede rodar deshinchado del punto (3) anterior.

- 10 La figura 13 es una vista frontal de un neumático típico, que muestra un ángulo de inclinación.

Mejor modo para llevar a cabo la invención

La invención se describirá con detalle haciendo referencia a los dibujos que se acompañan en lo que sigue. Cada uno de los neumáticos mostrados en las figuras 1-6 comprende una carcasa radial 3 que tiene una porción de cuerpo principal que se extiende de modo toroidal entre un par de núcleos de talón 2 embebidos en unas porciones de talón 1 respectivas y una porción doblada hacia arriba, arrollada alrededor del núcleo de talón 2 desde el interior, en una dirección a lo ancho del neumático, hacia el exterior y hacia fuera en una dirección radial, una porción de banda de rodadura 4 dispuesta en el exterior de una porción de corona de la carcasa radial 3 en la dirección radial del neumático, un par de porciones de contrafuerte 5 situadas en ambas partes extremas de la porción de banda de rodadura 4, un par de porciones de costado 6 que conectan las porciones de contrafuerte 5 a las porciones de talón 1, un par de capas de caucho de refuerzo lateral 7 dispuestas en el interior de la carcasa radial 3 sobre una zona que varía desde la porción de contrafuerte 5 hasta la porción de costado 6 y que tienen una forma de media luna en sección, una capa de cordones de refuerzo 8 dispuesta en el exterior de, al menos, una parte de la carcasa radial 3.

En los neumáticos de las figuras 1-6, un relleno de talón 9 está dispuesto entre la porción de cuerpo principal y la porción doblada hacia arriba de la carcasa radial 3 y en el exterior del núcleo de talón 2 en la dirección radial del neumático, y también un cinturón 10 constituido por dos capas de cinturón está dispuesto en el exterior de la porción de corona de la carcasa radial 3 en la dirección radial del neumático. Además, una capa de refuerzo de cinturón 11A está dispuesta en el exterior del cinturón 10 en la dirección radial del neumático, para cubrir la totalidad del cinturón 10, y un par de capas de refuerzo de cinturón 11B están dispuestas para cubrir solamente ambas porciones extremas de la capa de refuerzo de cinturón 11A. En este caso, la capa de cinturón es usualmente una capa cauchutada que contiene cordones que se extienden de modo inclinado con respecto al plano ecuatorial del neumático, preferiblemente una capa cauchutada de cordones de acero. Las dos capas de cinturón están estratificadas para cruzar entre sí los cordones que constituyen las capas de cinturón con respecto al plano ecuatorial del neumático a fin de constituir el cinturón 10. Además, cada una de las capas de refuerzo de cinturón 11A, 11B es usualmente una capa cauchutada que contiene cordones dispuestos sustancialmente en paralelo a una dirección circunferencial del neumático.

Además, la carcasa radial 3 en los neumáticos mostrados en las figuras 1-6 y 8 está constituida por una lona de carcasa. El número de lonas de carcasa que constituyen la carcasa radial 3 no está particularmente limitado en el neumático según la invención y puede ser dos o más, como se muestra en un neumático de la figura 9. Además, la estructura de la carcasa radial 3 no está particularmente limitada, sino que puede tener una estructura en la que la porción doblada hacia arriba se extiende hasta el interior de la porción extrema del cinturón 10, como se muestra en un neumático de la figura 10, o la denominada estructura envolvente. La figura 7 no es según la invención, ya que no tiene relleno de talón.

En los neumáticos de las figuras 1-10, el cinturón 10 está constituido por dos capas de cinturón, pero el número de capas de cinturón que constituyen el cinturón 10 no está limitado al mismo en el neumático según la invención. Además, las capas de refuerzo de cinturón 11A, 11B en los neumáticos de las figuras 1-10 están construidas con una capa de refuerzo de cinturón 11A que cubre la totalidad del cinturón 10 y dos capas de refuerzo de cinturón 11B que cubren solamente ambas porciones extremas de la capa de refuerzo de cinturón 11A, o tienen la llamada estructura de capas de cima. En el neumático según la invención, la disposición de las capas de refuerzo de cinturón 11A, 11B no es esencial, y se pueden disponer dichas capas de refuerzo de cinturón con otra estructura y otro número de capas.

En los neumáticos de las figuras 1-10, una protección de llanta 12 que tiene sustancialmente una forma triangular en sección está dispuesta en el exterior de la porción doblada hacia arriba de la carcasa radial 3, en una zona que varía desde la porción de costado 6 hasta la porción de talón 1, en la dirección a lo ancho del neumático, pero la disposición de la protección de llanta 12 no es esencial en el neumático según la invención, y se puede disponer una protección de llanta con otra forma. En la invención, la parte de anchura máxima de la porción lateral del neumático significa una porción de anchura máxima cuando no existe la protección de llanta 12.

En los neumáticos de las figuras 1-7, una capa de cordones de refuerzo 8 está dispuesta en, al menos, una parte de una zona A que varía desde un extremo de cinturón hasta una parte de anchura máxima de una porción lateral del neumático y una zona B que varía desde cerca de un núcleo de talón hasta un relleno de talón. No obstante, la disposición de la capa de cordones de refuerzo 8 no es esencial en el neumático según la invención. Además, cuando la capa de cordones de refuerzo 8 está dispuesta en el neumático según la invención, el número de las capas de cordones de refuerzo puede ser uno o más. La estructura de la capa de cordones de refuerzo 8 no está particularmente limitada, y se puede tener, por ejemplo, un caso en el que la capa de cordones de refuerzo 8 se extiende desde la porción extrema del cinturón 10, a lo largo del exterior de la carcasa radial 3, hasta cerca del núcleo de talón 2 embebido en la porción de talón 1, entre la porción de cuerpo principal de la carcasa radial 3 y el relleno de talón 9, como se muestra en la figura 1, un caso en el que la capa de cordones de refuerzo 8 está dispuesta en el exterior de la carcasa radial 3, en una zona que varía desde la porción de contrafuerte 5 hasta la porción de costado 6, como se muestra en la figura 2, un caso en el que la capa de cordones de refuerzo 8 está dispuesta en el exterior de la carcasa radial 3, en una zona que varía desde la porción extrema del cinturón 10 hasta la parte extrema de la porción doblada hacia arriba de la carcasa, como se muestra en la figura 3, un caso en el que la capa de cordones de refuerzo 8 se extiende desde la porción extrema del cinturón 10, a lo largo del exterior de la carcasa radial 3 hasta la porción de talón 1 entre la porción de cuerpo principal de la carcasa radial 3 y el relleno de talón 9 y está doblada y termina alrededor del núcleo de talón 2 embebido en la porción de talón 1, como se muestra en la figura 4, un caso en el que las capas de cordones de refuerzo 8 están dispuestas en el exterior de la carcasa radial 3, en una zona que varía desde la porción extrema del cinturón 10 hasta la parte extrema de la porción doblada hacia arriba de la carcasa y entre la porción de cuerpo principal de la carcasa radial 3 y el relleno de talón 9, respectivamente, como se muestra en la figura 5, un caso en el que la capa de cordones de refuerzo está dispuesta entre la porción de cuerpo principal de la carcasa radial 3 y el relleno de talón 9, como se muestra en la figura 6, un caso en el que la capa de cordones de refuerzo 8 se extiende desde la porción extrema del cinturón 10, a lo largo del exterior de la carcasa radial 3, hasta cerca del núcleo de talón 2, y así sucesivamente. Además, la disposición de la capa de cordones de refuerzo 8 no es esencial en el neumático según la invención. Por ejemplo, los neumáticos sin capa de cordones de refuerzo 8, como se muestra en las figuras 8, 9 y 10, son realizaciones de la invención.

En el neumático que puede rodar deshinchado según la invención, una capa de cordones contiene cordones de fibras de policetona que satisfacen, cada uno, las condiciones de las siguientes ecuaciones (I) y (II):

$$\sigma \geq -0,01xE + 1,2 \dots (I)$$

$$\sigma \geq 0,57 \dots (II)$$

[en las que σ es el esfuerzo de contracción térmica a 177°C (cN/dtex) y E es el módulo de elasticidad a 25°C bajo una carga de 49 N (cN/dtex)], está dispuesta en, al menos, una parte de una zona A que varía desde un extremo de cinturón hasta una parte de anchura máxima de una porción lateral del neumático y una zona B que varía desde cerca de un núcleo de talón hasta un relleno de talón. En este caso, la capa de cordones no está particularmente limitada en tanto que contenga el cordón de fibras de policetona que satisface las condiciones de las ecuaciones (I) y (II), y puede ser, por ejemplo, la carcasa 3 o la capa de cordones de refuerzo 8.

Como se muestra en la figura 11, si la presión interna del neumático que puede rodar deshinchado del tipo de refuerzo lateral llega a ser nula, la capa de caucho de refuerzo lateral 7 soporta el esfuerzo de compresión y la carcasa 3 en la porción de costado 6 soporta el esfuerzo de tracción, por lo que se genera eficazmente la rigidez al curvado. De modo similar, el relleno de talón 9 soporta el esfuerzo de compresión y la carcasa 3 en la porción de talón 1 soporta el esfuerzo de tracción, por lo que se genera eficazmente la rigidez al curvado. Los inventores han puesto de manifiesto, a partir del análisis numérico mediante un ordenador, que un lugar para aplicar un gran esfuerzo de tracción a la carcasa 3 durante la rodadura en estado deshinchado es una zona A que varía desde un extremo de cinturón hasta una parte de anchura máxima de una porción lateral del neumático y una zona B que varía desde cerca de un núcleo de talón hasta un relleno de talón. Por lo tanto, cuando la capa de cordones, formada cubriendo los cordones de fibras de policetona que satisfacen las condiciones de las ecuaciones (I) y (II) con caucho de revestimiento, está dispuesta en, al menos, una parte de la zona A que varía desde un extremo de cinturón hasta una parte de anchura máxima de una porción lateral del neumático y la zona B que varía desde cerca de un núcleo de talón hasta un relleno de talón, es posible mejorar la durabilidad durante la rodadura en estado deshinchado, sin dañar la comodidad al circular durante la rodadura usual del neumático.

El cordón de fibras de policetona es grande durante el esfuerzo de contracción térmica a alta temperatura, de manera que se desarrolla una alta rigidez desde el momento en que el esfuerzo inicial del neumático es relativamente pequeño, durante una rodadura en estado deshinchado tal que la temperatura del neumático llega a ser alta, por lo que la rigidez al curvado de la porción de costado en la dirección radial del neumático se aumenta para suprimir la flexión del neumático y, por consiguiente, se puede mejorar su durabilidad de la rodadura en estado deshinchado. Por otro lado, el cordón de fibras de policetona es de baja rigidez cuando la deformación del neumático en la dirección de estiramiento del cordón es pequeña durante la rodadura usual, de manera que no se provoca la subida del alabeo longitudinal del neumático durante la rodadura usual y no se deteriora su comodidad al circular.

En la invención, la ecuación (I) se obtiene como sigue. Como la fuerza para soportar el neumático durante la rodadura en estado deshinchado, existen un arrastre F1 desarrollado pasivamente por la porción de costado contra una entrada desde el exterior (por ejemplo, carga y deformación) y un arrastre F2 desarrollado activamente por la porción de costado debido a una generación de calor. Es decir, se requiere que la suma de F1 y F2 esté por encima de un cierto nivel a fin de soportar eficazmente el neumático durante la rodadura en estado deshinchado. Cuando las relaciones que contribuyen de F1 y F2 son, respectivamente, α y β (donde $\alpha > 0$ y $\beta > 0$), se obtiene la siguiente ecuación:

$$\alpha x F1 + \beta x F2 > \gamma$$

(en la que γ es un valor estándar en base al tamaño del neumático o la velocidad y $\gamma > 0$). En este caso, un factor principalmente dominante de F1 incluye una rigidez EC del cordón en la lona de carcasa o en la capa de cordones de refuerzo, mientras que un factor principalmente dominante de F2 incluye un esfuerzo de contracción térmica HF del cordón en la lona de carcasa o en la capa de cordones de refuerzo. Sustituyendo EC como F1 y HF como F2 en la ecuación anterior, se obtiene la siguiente ecuación:

$$HF > -\alpha/\beta x EC + \gamma/\beta$$

Cuando el esfuerzo de contracción térmica σ , a 177°C, del cordón se usa como HF y el módulo de elasticidad E, a 25°C bajo una carga de 49 N, del cordón se usa como EC, se requiere que el esfuerzo de contracción térmica σ esté en un dominio superior de gradiente $(-\alpha/\beta) \times$ módulo de elasticidad E + intercepto (γ/β) . Los inventores han estudiado y descubierto que cuando el gradiente $(-\alpha/\beta)$ es -0,01 y el intercepto (γ/β) es 1,2, o cuando el esfuerzo de contracción térmica σ y el módulo de elasticidad E satisfacen la relación de la ecuación (I), se puede soportar eficazmente el neumático durante la rodadura en estado deshinchado.

Además, cuando el cordón utilizado no satisface la relación de la ecuación (I), como el caso de un cordón que tiene un esfuerzo de contracción térmica σ grande pero un módulo de elasticidad E bajo, no se puede suprimir suficientemente la flexión del neumático durante la rodadura en estado deshinchado y se deteriora su durabilidad de la rodadura en estado deshinchado, mientras que con un cordón que tiene un módulo de elasticidad E alto pero un esfuerzo de contracción térmica σ pequeño, el alabeo longitudinal del neumático durante la rodadura usual llega a ser grande y se deteriora la comodidad al circular del neumático durante la rodadura usual. Además, cuando el esfuerzo de contracción térmica σ , a 177°C, del cordón utilizado es menor que 0,57 cN/dtex, la cantidad de flexión durante la rodadura en estado deshinchado llega a ser grande y se reduce la distancia que aguanta con rodadura en estado deshinchado.

Es preferible que el cordón de fibras de policetona tenga un esfuerzo de contracción térmica σ , a 177°C, que no sea mayor que 1,5 cN/dtex. Cuando el esfuerzo de contracción térmica σ , a 177°C, del cordón de fibras de policetona excede 1,5 cN/dtex, la fuerza de contracción durante la vulcanización llega a ser excesivamente grande y, como consecuencia, el desorden de los cordones y la desorganización del caucho en el interior del neumático ocasionan el deterioro de la durabilidad y de la uniformidad. Además, el cordón de fibras de policetona tiene preferiblemente un módulo de elasticidad E, a 25°C bajo una carga de 49 N, no menor que 30 cN/dtex, desde el punto de vista de que se suprime suficientemente la deformación del neumático durante la rodadura en estado deshinchado, más preferiblemente un módulo de elasticidad E, bajo una carga de 49 N, no menor que 80 cN/dtex, desde el punto de vista de que se suprime sin duda la deformación del neumático durante la rodadura en estado deshinchado. Además, el cordón de fibras de policetona tiene preferiblemente un módulo de elasticidad E, a 25°C bajo una carga de 49 N, que no es mayor que 170 cN/dtex, desde el punto de vista de que se asegura suficientemente la resistencia a la fatiga, más preferiblemente un módulo de elasticidad E bajo una carga de 49 N, que no es mayor que 150 cN/dtex, desde el punto de vista de que se realiza mejor la resistencia a la fatiga.

Es preferible que la fibra de policetona esté formada retorciendo dos o tres haces de filamentos de policetona con una finura de 500 a 2.000 dtex. Cuando la finura del haz de filamentos utilizado en el cordón de fibras de policetona es menor que 500 dtex, el módulo de elasticidad y el esfuerzo de contracción térmica son insuficientes, mientras que cuando excede 2.000 dtex, el diámetro del cordón llega a ser grueso y el recuento final no se puede hacer denso. Además, incluso si el número de los haces de filamentos de policetona es 4 o más, en tanto que se satisfaga la relación de las ecuaciones (I) y (II), el número de los haces de filamentos no está particularmente limitado.

Es preferible que el cordón de fibras de policetona tenga una reversibilidad de contracción a alta temperatura y estiramiento al volver a temperatura ambiente. En este caso, los cordones de fibras de policetona en la capa de cordones (por ejemplo, la lona de carcasa o la capa de cordones de refuerzo 8) se contraen para mejorar la rigidez a temperatura elevada o durante la rodadura en estado deshinchado y, por consiguiente, se puede suprimir la flexión de la porción de costado en el neumático, mientras que los cordones de fibras de policetona en la capa de cordones se estiran a baja temperatura o durante la rodadura usual para bajar la rigidez y el alabeo longitudinal del neumático y, por consiguiente, se puede suprimir el deterioro de la comodidad al circular del neumático durante la rodadura usual. Además, usando el cordón reversible de fibras de policetona que tiene una diferencia entre los esfuerzos de contracción térmica a 20°C y 177°C no menor que 0,20 cN/dtex, preferiblemente no menor que 0,25 cN/dtex, se pueden establecer simultáneamente los efectos durante la rodadura usual y la rodadura en estado deshinchado.

La estructura de torsión del cordón de fibras de policetona no está particularmente limitada, y como cordón de policetona se puede usar, por ejemplo, el obtenido retorciendo una pluralidad de haces de filamentos de policetona, o el obtenido retorciendo un haz de filamentos de policetona. Como una policetona es la materia prima del cordón de fibras de policetona, es preferible una policetona que tenga sustancialmente una unidad de repetición representada por la fórmula (IV). Entre las policetonas, es preferible una policetona en la que no menos del 97% en moles de la unidad de repetición sea 1-oxotrimetileno [-CH₂-CH₂-CO-], es más preferible una policetona en la que no menos del 99% en moles sea 1-oxotrimetileno, y es lo más preferible una policetona en la que el 100% en moles sea 1-oxotrimetileno.

En la policetona como materia prima del cordón de fibras de policetona, los grupos cetona pueden estar parcialmente enlazados entre sí o los restos obtenidos del compuesto insaturado pueden estar enlazados entre sí, pero es preferible que la relación entre la disposición alternativa del resto obtenido del compuesto insaturado y el grupo cetona no sea menor que el 90% en masa, más preferiblemente no menor que el 97% en masa, lo más preferiblemente el 100% en masa.

El compuesto insaturado que forma A en la fórmula (IV) es lo más preferiblemente etileno, y puede ser un hidrocarburo insaturado distinto de etileno, tal como propileno, buteno, penteno, ciclopenteno, hexeno, ciclohexeno, hepteno, octeno, noneno, deceno, dodeceno, estireno, acetileno, aleno o similar; un compuesto que contiene un enlace insaturado, tal como acrilato de metilo, metacrilato de metilo, acetato de vinilo, acrilamida, metacrilato de hidroxietilo, ácido undecénico, undecenol, 6-clorohexeno, N-vinilpirrolidona, éster dietílico de ácido sulfonilfosfórico, estirenosulfonato de sodio, alilsulfonato de sodio, vinilpirrolidona, cloruro de vinilo o similar; y semejantes.

Como el grado de polimerización de la policetona, es preferible que la viscosidad límite (η) definida por la siguiente fórmula:

$$[\eta] = \lim_{C \rightarrow 0} \frac{(T - t)}{(t \cdot C)}$$

[en la que t es el tiempo de paso del hexafluoroisopropanol, con una pureza no menor que el 98% a 25°C, a través de un tubo de viscosidad, y T es el tiempo de paso de una solución diluida de policetona disuelta en hexafluoroisopropanol a 25°C a través del tubo de viscosidad; y C es la masa (g) de un soluto en 100 ml de la solución diluida] esté en un intervalo de 1 a 20 dl/g, más preferiblemente de 2 a 10 dl/g, incluso más preferiblemente de 3 a 8 dl/g. Cuando la viscosidad límite es menor que 1 dl/g, el peso molecular es demasiado pequeño y es difícil obtener un cordón de fibras de policetona de alta resistencia, y se causan también frecuentemente problemas tales como el afelpamiento, la rotura y similar en las etapas de hilatura, secado y estirado. Mientras que, cuando la viscosidad límite excede 20 dl/g, la síntesis del polímero lleva mucho tiempo y grandes costes, pero es difícil también disolver de modo uniforme el polímero, lo que puede afectar gravemente a la capacidad de hilado y a las propiedades.

Como los métodos para formar fibra de policetona son preferibles (i) un método que comprende las etapas de hilar una fibra sin estirar y someter a un estirado térmico multietapa, en el que un estirado final en la etapa de estirado térmico multietapa se lleva a cabo a una temperatura y una relación de estiraje específicas, y (ii) un método que comprende las etapas de hilar una fibra sin estirar, someter a estirado térmico y, a continuación, disipar el calor a alta tensión. Formando la fibra de policetona mediante el método (i) o (ii), se pueden obtener filamentos deseables adecuados para la producción del cordón de fibras de policetona.

El método para hilar la fibra de policetona sin estirar no está particularmente limitado, sino que se pueden adoptar los métodos conocidos convencionalmente. En concreto, se mencionan un método de hilatura en húmedo que usa un disolvente orgánico tal como hexafluoroisopropanol, m-cresol o similar, como se describe en los documentos JP-A-H02-112413, JP-A-H04-228613 y JP-A-H04-505344, y un método de hilatura en húmedo que usa una solución acuosa de sal de cinc, sal de calcio, tiocianato, sal de hierro o similar, como se describe en los documentos WO99/18143, WO00/09611, JP-A-2001-164422, JP-A-2004-218189 y JP-A-2004-285221. Entre los mismos, es preferible el método de hilatura en húmedo que usa la solución acuosa de la sal.

En el método de hilatura en húmedo que usa el disolvente orgánico, un polímero de policetona se disuelve en hexafluoroisopropanol, m-cresol o similar, en una concentración del 0,25 al 20% en masa y se extruye a través de una tobera de hilatura para formar una fibra y, a continuación, el disolvente se separa en un baño no disolvente de tolueno, etanol, isopropanol, n-hexano, isooctano, acetona, metil etil cetona o similar, por lo que se puede obtener la fibra de policetona sin estirar después del lavado.

En el método de hilatura en húmedo que usa la solución acuosa, el polímero de policetona se disuelve en una solución acuosa de sal de cinc, sal de calcio, tiocianato, sal de hierro o similar, en una concentración del 2 al 30% en masa y se extruye desde una tobera de hilatura a un baño de coagulación de 50 a 130°C para efectuar la hilatura del gel y, a continuación, se desala y se seca para obtener la fibra de policetona sin estirar. En la solución acuosa que disuelve el polímero de policetona, es preferible usar una mezcla de un haluro de cinc y un haluro de un metal

alcalino o un metal alcalinotérreo. En el baño de coagulación se puede usar agua, una solución acuosa de una sal metálica o un disolvente orgánico tal como acetona, metanol o similar.

Como el método para estirar la fibra sin estirar es preferible un método de estirado térmico en el que la fibra sin estirar sea estirada calentando hasta una temperatura mayor que la temperatura de transición vítrea de la fibra sin estirar. Además, el estirado de la fibra sin estirar en el método (ii) anterior se puede llevar a cabo en una etapa, pero es preferible efectuar el estirado multietapa. El método de estirado térmico no está particularmente limitado, y se puede adoptar un método para hacer pasar la fibra sobre, por ejemplo, un rodillo calentado o una placa térmica, y semejantes. En este caso, la temperatura de estirado térmico está preferiblemente en un intervalo de 110°C a (el punto de fusión de la policetona), y la relación de estiraje total no es preferiblemente menor que 10 veces.

Cuando la formación de la fibra de policetona se lleva a cabo mediante el método (i), es preferible que la temperatura en la etapa de estirado final del estirado multietapa esté en un intervalo de 110°C a (temperatura de estirado en la etapa de estirado, justamente antes de la etapa de estirado final a -3°C), y es preferible que la relación de estiraje en la etapa de estirado final esté en un intervalo de 1,01 a 1,5 veces. Por otro lado, cuando la formación de la fibra de policetona se lleva a cabo mediante el método (ii), es preferible que la tensión aplicada a la fibra después del estirado térmico esté en un intervalo de 0,5 a 4 cN/dtex, es preferible que la velocidad de enfriamiento durante la disipación de calor no sea menor que 30°C/segundo y es preferible que la temperatura final del enfriamiento durante la disipación de calor no sea mayor que 50°C. El método de disipación de calor de la fibra de policetona estirada por calor no está particularmente limitado, y se pueden adoptar los métodos conocidos convencionalmente. En concreto, es preferible el método de enfriamiento que usa el rodillo. Además, la fibra de policetona obtenida de este modo tiene una gran retención de deformación elástica, de manera que es preferible que la fibra esté sometida usualmente a un tratamiento térmico de relajación, para hacer que la longitud de fibra sea más corta que la longitud de fibra después del estirado térmico. En este caso, es preferible que la temperatura del tratamiento térmico de relajación esté en un intervalo de 50 a 100°C y es preferible que la velocidad de relajación esté en un intervalo de 0,980 a 0,999.

El método de producción del cordón de fibras de policetona no está particularmente limitado. Cuando el cordón de fibras de policetona es una estructura formada retorciendo dos haces de filamentos de policetona o una estructura de doble hebra, se puede obtener como un cordón retorcido, por ejemplo, retorciendo en capas los haces de filamentos de policetona, combinando dos haces y, a continuación, retorciendo en cables los mismos en sentido opuesto. Por otro lado, cuando el cordón de fibras de policetona es una estructura formada retorciendo un haz de filamentos de policetona o una estructura de hebra única, se puede obtener como un cordón retorcido, por ejemplo, alineando y retorciendo en un sentido el haz de filamentos de policetona.

Los cordones de fibras de policetona obtenidos de este modo están cauchutados para obtener un material compuesto de cordón/caucho utilizado en las capas de refuerzo de cinturón 6A, 6B. El caucho de revestimiento para el cordón de fibras de policetona no está particularmente limitado, y se puede usar un caucho de revestimiento utilizado en la capa convencional de refuerzo del cinturón. Además, el cordón de fibras de policetona puede estar tratado con un adhesivo para mejorar la adhesividad con el caucho de revestimiento antes del cauchutado de los cordones de fibras de policetona.

El primer neumático preferible de la invención (1) comprende un par de porciones de talón 1, un par de porciones de costado 6, una porción de banda de rodadura 4 que sigue hasta ambas porciones de costado 6, una carcasa 3 que se extiende de modo toroidal entre el par de porciones de talón 1 a fin de reforzar estas porciones y está constituida por una o más lonas de carcasa, y un par de capas de caucho de refuerzo lateral 7 dispuestas, cada una, en el interior de la carcasa 3 en la porción de costado 6 y que tienen una forma de media luna en sección, caracterizado por que la lona de carcasa está formada cubriendo múltiples cordones de refuerzo dispuestos en paralelo entre sí mediante caucho de revestimiento, el cordón de refuerzo es un cordón de fibras de policetona obtenido retorciendo una pluralidad de haces de filamentos de policetona, y el cordón de fibras de policetona satisface las condiciones de las ecuaciones (I) y (II). El cordón de fibras de policetona puede suprimir el deterioro de la comodidad al circular del neumático, puesto que el peso es igual al del cordón de fibras de celulosa, tales como rayón o similar, utilizado en la carcasa convencional y no se aumenta el peso del neumático.

El cordón de fibras de policetona utilizado en la lona de carcasa del neumático (1) es preferible que tenga un coeficiente de torsión (Nt), definido por la siguiente ecuación (III), no menor que 0,34:

$$Nt = \tan \theta = 0,001 \times N \times (0,125 \times D / \rho)^{1/2} \dots \dots (III)$$

[en la que N es el número de torsión (vueltas/10 cm) y ρ es el peso específico del cordón (g/cm^3) y D es el número decitex total del cordón (dtex)]. Cuando el coeficiente de torsión (Nt) del cordón de fibras de policetona es menor que 0,34, se deterioran considerablemente las propiedades contra la fatiga y se reduce la durabilidad.

En la lona de carcasa del neumático (1), es preferible que el recuento final de los cordones de fibras de policetona esté en un intervalo de 35 a 60 (cordones/50 mm). Cuando el recuento final de los cordones de fibras de policetona en la lona de carcasa es menor que 35 (cordones/50 mm), se reducen la resistencia de la carcasa y la durabilidad.

Además, incluso si el recuento final excede 60 (cordones/50 mm), no está particularmente limitado, en tanto que sea posible el recuento.

El segundo neumático preferible de la invención (2) comprende una carcasa radial 3 que se extiende de modo toroidal entre un par de núcleos de talón 2 embebidos en unas porciones de talón 1 respectivas y está constituida por una o más lonas de carcasa, una porción de banda de rodadura 4 dispuesta sobre el exterior de una porción de corona de la carcasa radial 3 en una dirección radial del neumático, un par de porciones de contrafuerte 5 situadas en ambas partes extremas de la porción de banda de rodadura 4, un par de porciones de costado 6 que conectan, cada una, la porción de contrafuerte 5 a la porción de talón 1, y un par de capas de caucho de refuerzo lateral 7 dispuestas en el interior de la carcasa radial 3, en una zona que varía desde la porción de contrafuerte 5 hasta la porción de costado 6, y que tienen una forma de media luna en sección, caracterizado por que una capa de cordones de refuerzo 8, formada cubriendo cordones de fibras de policetona, cada uno de los cuales se obtiene reforzando una pluralidad de haces de filamentos de policetona y satisface las condiciones de las ecuaciones (I) y (II), con caucho de revestimiento, está dispuesta en una zona A que varía desde un extremo de cinturón hasta una parte de anchura máxima de una porción lateral del neumático o una zona B que varía desde cerca de un núcleo de talón hasta un relleno de talón. Dado que un lugar para aplicar un gran esfuerzo de tracción a la carcasa 3 durante la rodadura en estado deshinchado es la zona A que varía desde un extremo de cinturón hasta una parte de anchura máxima de una porción lateral del neumático y la zona B que varía desde cerca de un núcleo de talón hasta un relleno de talón, como se ha mencionado previamente, cuando la capa de cordones de refuerzo 8, que usa los cordones de fibras de policetona, está dispuesta en la zona A y/o la zona B, la capa de cordones de refuerzo 8 soporta eficazmente el esfuerzo de tracción a la carcasa 3, por lo que es posible mejorar la durabilidad de la rodadura en estado deshinchado.

El tercer neumático preferible de la invención (3) comprende una carcasa 3 constituida por una o más lonas de carcasa y que tiene una estructura doblada hacia arriba, arrollada alrededor de un núcleo de talón 2 situado en ambos lados, en una dirección a lo ancho, y una capa de caucho de refuerzo lateral 7 dispuesta en una porción de costado del neumático en cada lado, en la dirección a lo ancho del neumático, y que tiene una forma de media luna en sección, caracterizado por que un par de capas de cordones de refuerzo 8 se dejan dentro de una rigidez igual o mayor que la de la carcasa 3 y están dispuestas para cubrir, al menos, una parte de la capa de caucho de refuerzo lateral 7 en cada lado, en una dirección a lo ancho del neumático, desde el exterior de la carcasa 3, y la capa de cordones de refuerzo 8 está dispuesta adyacente a una porción de la carcasa correspondiente a una zona que varía, al menos, desde un extremo de un cinturón hasta una parte de anchura máxima de la porción lateral 6 del neumático, y un cordón que constituye la capa de cordones de refuerzo 8 es un cordón de fibras de policetona que satisface las condiciones de las ecuaciones (I) y (II) anteriores.

Los inventores han analizado la tensión de la carcasa en un neumático que puede rodar deshinchado convencional cuando la presión interna es nula, mediante una simulación por ordenador con detalle y han puesto de manifiesto que, como se muestra en la figura 11, la mayor cantidad de tensión está soportada en una porción $3P_1$ de la carcasa exterior a la capa de caucho de refuerzo lateral 7 en el neumático y en una porción $3P_2$ de la carcasa en el interior del relleno de talón 9 en el neumático. Por lo tanto, la carga durante la rodadura en estado deshinchado se puede soportar más eficazmente añadiendo subsidiariamente la capa de cordones de refuerzo 8 en la forma adyacente a la porción de la carcasa que varía desde el exterior de la capa de caucho de refuerzo lateral 7 hasta el interior del relleno de talón 9 en el neumático. Por otro lado, si la capa de cordones de refuerzo está dispuesta en una posición que se encuentra libre desde la línea anterior, se deteriora el alabeo longitudinal con la presión interna usual, deteriorando la comodidad al circular.

Para el curvado que se aplica al neumático durante la rodadura en estado deshinchado, se obtiene un alto efecto aumentando la rigidez en la capa más exterior para el curvado. Dado que la capa de caucho de refuerzo lateral soporta principalmente la carga, la posición de la capa de cordones de refuerzo 8 adyacente a la carcasa 3 es más eficaz que esté situada en el exterior de la carcasa 3 adyacente a la capa de caucho de refuerzo lateral 7. Particularmente, cuando se aplica la capa de cordones de refuerzo 8 que tiene una rigidez mayor que la de la carcasa 3, la disposición como capa más exterior mejora más el efecto.

Por otro lado, la porción de caucho dispuesta entre la capa de caucho de refuerzo lateral 7 y la carcasa 3 adyacente a la capa de caucho de refuerzo lateral es un lugar entre la carcasa 3 sometida a fuerza de tracción y la capa de caucho de refuerzo lateral 7 sometida a fuerza de compresión, desde el punto de vista de la rotura del neumático, de manera que se confirma que se provoca una deformación por cizalladura considerablemente grande si se compara con lo que rodea a la misma. Además, la inserción entre la capa de caucho de refuerzo lateral 7 y la carcasa 3 induce frecuentemente al fallo por separación o provoca la rotura, de manera que no es favorable. Particularmente, cuando está insertada la capa de cordones de refuerzo que tiene un cierto ángulo con respecto a la dirección radial, se provoca frecuentemente la rotura, tal como la separación o similar, antes del desarrollo de la durabilidad intrínseca a la misma.

Para el soporte de la fuerza lateral durante la rodadura en estado deshinchado, es conocido cómo aumentar el número de lonas de la carcasa 3, por ejemplo de un lona a dos lonas, de 2 lonas a 3 lonas o similar, que tiene el demérito de que el peso llega a ser alto. En este caso, los inventores han analizado la tensión de la carcasa en un estado para añadir una deformación lateral a una presión interna nula, mediante una simulación por ordenador, y

han confirmado que el soporte de la carga es grande en la porción de la carcasa que varía desde el exterior de la capa de caucho de refuerzo lateral 7 hasta el interior del relleno de talón 9, igualmente en caso de soportar el alabeo longitudinal. Por lo tanto, la rigidez lateral durante la rodadura en estado deshinchado se puede asegurar eficientemente añadiendo la capa de cordones de refuerzo 8 en la forma adyacente a la porción de la carcasa que varía desde el exterior de la capa de caucho de refuerzo lateral 7 hasta el interior del relleno de talón 9, en lugar del aumento del número de lonas en la carcasa 3.

Los inventores han realizado experimentos adicionales en base al examen anterior y han descubierto que es preferible el neumático (3). En el neumático (3), la capa de cordones de refuerzo 8 está dispuesta en el exterior de la carcasa 3, pero no está dispuesta entre la carcasa 3 y la capa de caucho de refuerzo lateral 7. Por lo tanto, incluso cuando está dispuesta la capa de cordones de refuerzo 8, se puede evitar el deterioro de la durabilidad de la rodadura en estado deshinchado y se puede suprimir la gran subida del alabeo longitudinal que se ejerce sobre la comodidad al circular.

El cuarto neumático preferible de la invención (4) comprende una carcasa radial 3 que se extiende de modo toroidal entre un par de núcleos de talón 2 embebidos en unas porciones de talón 1 respectivas y está constituida por una o más lonas de carcasa, una porción de banda de rodadura 4 dispuesta sobre el exterior de una porción de corona de la carcasa radial 3 en una dirección radial del neumático, un par de porciones de contrafuerte 5 situadas en ambas partes extremas de la porción de banda de rodadura 4, un par de porciones de costado 6 que conectan, cada una, la porción de contrafuerte 5 a la porción de talón 1, un par de capas de caucho de refuerzo lateral 7 dispuestas en las porciones de costado 6 y que tienen una forma de media luna en sección, un relleno de talón 9 dispuesto en el exterior del núcleo de talón 2 en la dirección radial del neumático, y una capa de cordones de refuerzo 8 dispuesta sobre el exterior de, al menos, una parte de la carcasa 3, caracterizado por que un cordón que constituye la lona de carcasa y un cordón que constituye la capa de cordones de refuerzo son cordones de fibras de policetona que satisfacen, cada uno, las condiciones de las ecuaciones (I) y (II) anteriores.

Como se ha mencionado anteriormente, cuando el neumático que puede rodar deshinchado del tipo de refuerzo lateral se deja dentro de una presión interna nula, es conocido que la rigidez al curvado se desarrolla eficazmente en la porción de costado 6 que soporta el esfuerzo de compresión con la capa de caucho de refuerzo lateral 7 y el esfuerzo de tracción con la carcasa 3. De modo similar, es conocido que la rigidez al curvado se desarrolla eficazmente en la porción de talón 1 soportando el esfuerzo de compresión con el relleno de talón 9 y el esfuerzo de tracción con la carcasa 3. No obstante, el módulo del caucho baja debido a la subida de la temperatura en base a la generación de calor interior durante la rodadura en estado deshinchado, de manera que cuando la rodadura en estado deshinchado sigue incluso bajo una carga constante, la flexión del neumático llega a ser gradualmente grande para provocar, al final, la rotura del neumático. Al contrario, cuando el cordón de fibras de policetona se usa como un cordón de refuerzo para la carcasa 3, la lona de carcasa se contrae debido a la subida de la temperatura acompañada con la rodadura en estado deshinchado para desarrollar un esfuerzo de contracción térmica alto y, por consiguiente, la rigidez al curvado en una dirección que soporta la flexión del neumático se añade a una temperatura más alta para retrasar en gran medida el avance de la flexión del neumático, por lo que se puede mejorar la durabilidad de la rodadura en estado deshinchado.

A fin de quitar el efecto al máximo por la aplicación del cordón de fibras de policetona, es preferible usar de modo localizado el cordón de fibras de policetona en un lugar para aplicar un gran esfuerzo de tracción a la lona de carcasa durante la rodadura en estado deshinchado. Como consecuencia del análisis en valores numéricos mediante un ordenador, se puso de manifiesto que un lugar de este tipo es una zona A que varía desde un extremo de cinturón hasta una parte de anchura máxima de una porción lateral del neumático y una zona B que varía desde cerca de un núcleo de talón hasta un relleno de talón. Por lo tanto, disponiendo la capa de cordones de refuerzo 8 que usa el cordón de fibras de policetona en, al menos, una parte de la zona A que varía desde un extremo de cinturón hasta una parte de anchura máxima de una porción lateral del neumático y la zona B que varía desde cerca de un núcleo de talón hasta un relleno de talón, se puede mejorar eficazmente la durabilidad de la rodadura en estado deshinchado del neumático, sin aumentar su peso.

También, el peso del neumático se puede reducir en gran medida, por ejemplo, reemplazando la carcasa constituida por dos lonas de carcasa que usan el rayón convencional por una lona de carcasa que usa el cordón de fibras de policetona y por una capa de cordones de refuerzo que usa el cordón de fibras de policetona. Además, aplicando la capa de caucho de refuerzo lateral 7 adelgazada de manera que la durabilidad de la rodadura en estado deshinchado se haga igual a la del producto convencional, se puede reducir más el peso del neumático, pero también se hace posible disminuir el alabeo longitudinal del neumático para mejorar la comodidad al circular.

Además, existe el problema de que como se disminuye el número de lonas de carcasa que constituyen la carcasa 3, la durabilidad baja contra una gran entrada instantánea sobre una superficie de carretera no uniforme (salientes, baches) o una carretera levantada o contra una entrada local (corte lateral) en la porción de costado 6. Al contrario, cuando la capa de cordones de refuerzo 8 está dispuesta en la zona A que varía desde un extremo de cinturón hasta una parte de anchura máxima de una porción lateral del neumático, la resistencia al corte lateral se puede mejorar si se compara con el neumático que comprende la carcasa constituida por dos lonas de carcasa que usan el rayón convencional. Además, cuando la capa de cordones de refuerzo 8 está dispuesta en la zona B que varía desde cerca del núcleo de talón 2 hasta el relleno de talón 9, la durabilidad contra la entrada de baches o la entrada

de gran carga instantánea sobre una carretera levantada se puede mejorar si se compara con el neumático que comprende la carcasa constituida por dos lonas de carcasa que usan el rayón convencional. Además, cuando las capas de cordones de refuerzo están dispuestas sobre la zona A que varía desde un extremo de cinturón hasta una parte de anchura máxima de una porción lateral del neumático y la zona B que varía desde cerca de un núcleo de talón hasta un relleno de talón, se puede mejorar la resistencia del neumático contra una entrada irregular sobre una carretera rugosa, pero también se puede mejorar más la durabilidad de la rodadura en estado deshinchado.

Además, como un medio para conseguir simultáneamente la mejora de la durabilidad de la rodadura en estado deshinchado, la mejora de la durabilidad sobre una carretera rugosa o similar y la reducción del peso del neumático, existe un método en el que la estructura de la carcasa 3 se deja dentro de una estructura envolvente, como se muestra en la figura 10 (una estructura para extender el extremo doblado hacia arriba de la carcasa 3 por debajo del cinturón 10), pero existe el problema de que la uniformidad del neumático baja debido al solapamiento de las porciones de unión de la carcasa 3. Al contrario, cuando la carcasa 3 que tiene la estructura envolvente con el rayón convencional se reemplaza, por ejemplo, por una lona de carcasa que usa el cordón de fibras de policetona y por una capa de cordones de refuerzo que usa el cordón de fibras de policetona, las porciones de unión de la carcasa 3 no están solapadas y, por consiguiente, se puede evitar el deterioro de la uniformidad del neumático.

En el neumático que puede rodar deshinchado (4) para turismos, es preferible que la capa de cordones de refuerzo 8 sea, al menos, una parte de la zona A que varía desde un extremo de cinturón hasta una parte de anchura máxima de una porción lateral del neumático y la zona B que varía desde cerca de un núcleo de talón hasta un relleno de talón. En este caso, se puede mejorar eficazmente la durabilidad de la rodadura en estado deshinchado del neumático.

En los neumáticos (2), (3) y (4), un ángulo del cordón de fibras de policetona en la capa de cordones de refuerzo 8 con respecto a la dirección radial del neumático está preferiblemente en un intervalo de 0 a 85°. Cuando el ángulo del cordón de fibras de policetona con respecto a la dirección radial del neumático excede 85°, existe una tendencia a que no se pueda suprimir suficientemente la flexión del neumático durante la rodadura en estado deshinchado y no se pueda mejorar suficientemente la durabilidad de la rodadura en estado deshinchado del neumático.

En los neumáticos (2), (3) y (4), es preferible que el cordón de fibras de policetona tenga un coeficiente de torsión (Nt), definido por la siguiente ecuación (III), no menor que 0,25:

$$Nt = \tan \theta = 0,001 \times N \times (0,125 \times D / \rho)^{1/2} \dots (III)$$

[en la que N es el número de torsión (vueltas/10 cm) y ρ es el peso específico del cordón (g/cm³) y D es el número decitex total del cordón (dtex)]. Cuando el coeficiente de torsión (Nt) del cordón de fibras de policetona es menor que 0,25, se deterioran considerablemente las propiedades contra la fatiga y se reduce la durabilidad.

En la capa de cordones de refuerzo 8 de los neumáticos (2), (3) y (4), es preferible que el recuento final de los cordones de fibras de policetona esté en un intervalo de 5 a 60 (cordones/50 mm). Cuando el recuento final de los cordones de fibras de policetona en la capa de cordones de refuerzo 8 es menor que 5 (cordones/50 mm), existe una tendencia a que no se pueda suprimir suficientemente la flexión del neumático durante la rodadura en estado deshinchado y no se pueda mejorar suficientemente la durabilidad de la rodadura en estado deshinchado del neumático, mientras que cuando excede 60 (cordones/50 mm), el alabeo longitudinal del neumático sube durante la rodadura usual y existe una tendencia a que la comodidad al circular del neumático se deteriore durante la rodadura usual.

Para el soporte de la fuerza de accionamiento durante la rodadura en estado deshinchado, la capa de caucho de refuerzo lateral 7 desempeña principalmente un papel en la estructura convencional. En el uso real, casi se da el caso de que se aplica un gran ángulo de inclinación en un estado de montaje en un vehículo, de manera que el contacto con el terreno está desplazado en gran medida en una dirección sometida al ángulo de inclinación (es decir, el contacto con el terreno está desplazado en gran medida a un lado en el que el ángulo de inclinación es pequeño) y la fuerza de accionamiento no es igual en ambos lados del neumático, sino que se concentra en una porción de costado 6 de una dirección sometida al ángulo de inclinación (es decir, la porción de costado situada en un lado en el que el ángulo de inclinación es pequeño). Por lo tanto, la rotura del neumático durante la rodadura en estado deshinchado se presenta en una capa de caucho de refuerzo lateral 7 de una dirección sometida al ángulo de inclinación (en muchos casos, la capa de caucho de refuerzo lateral en el estado montado en un vehículo).

En los neumáticos que pueden rodar deshinchados (2), (3) y (4), por lo tanto, es preferible que los cordones 13 que constituyen la capa de cordones de refuerzo 8, dispuesta en el lado del neumático de manera que el ángulo entre una superficie de la carretera y un plano ecuatorial CL del neumático no llegue a ser mayor que 90° en un estado con rodadura en estado deshinchado, estén inclinados en un sentido opuesto al sentido de rotación del neumático con respecto a la dirección radial, como se muestra en la figura 12, y un ángulo de inclinación δ del cordón 13 con respecto a la dirección radial del neumático esté en un intervalo de 0 a 20°. Así, la capa de cordones de refuerzo 8 en un lado del neumático de una dirección sometida al ángulo de inclinación (véase también la figura 13) está inclinada con una orientación capaz de soportar la fuerza de accionamiento, por lo que dicha capa de cordones de refuerzo 8 puede soportar eficientemente la fuerza de accionamiento y, por consiguiente, el soporte de la fuerza de

accionamiento por la capa de caucho de refuerzo lateral 7 se puede mitigar para mejorar en gran medida la durabilidad de la rodadura en estado deshinchado.

5 En los neumáticos que pueden rodar deshinchados (2), (3) y (4), es preferible que un extremo de la capa de cordones de refuerzo 8 tenga una estructura doblada hacia arriba, arrollada alrededor del núcleo de talón 2, como se muestra en la figura 4. Así, es posible aumentar eficazmente más la rigidez del relleno de talón 9 y es posible también mejorar la rigidez lateral en el estado deshinchado.

10 En los neumáticos que pueden rodar deshinchados (2), (3) y (4), es preferible también que el ángulo del cordón de fibras de policetona en la capa de cordones de refuerzo 8 con respecto a la dirección radial del neumático no sea mayor que 5°. A fin de mitigar el esfuerzo de tracción a la carcasa por la capa de cordones de refuerzo 8 en los neumáticos (2), (3) y (4), la capa de cordones de refuerzo 8, formada en la tela de cordones de los cordones de fibras de policetona, está dispuesta de manera que el ángulo del cordón de fibras de policetona no es mayor que 5° con respecto a la dirección radial del neumático, por lo que se puede mitigar eficazmente el esfuerzo de tracción a la carcasa 3.

15 En los neumáticos que pueden rodar deshinchados (2), (3) y (4), es preferible que el cordón de fibras de policetona tenga un módulo de elasticidad, a 25°C bajo una carga de 49 N, de 30 a 170 cN/dtex y un esfuerzo de contracción térmica σ , a 177°C, de 0,57 a 1,5 cN/dtex. En este caso, la durabilidad de la rodadura en estado deshinchado del neumático se puede mejorar más puesto que la rigidez y el esfuerzo de contracción térmica del cordón de fibras de policetona son altos.

20 El neumático según la invención se puede producir de manera usual disponiendo una capa de cordones que usa los cordones de fibras de policetona en, al menos, una parte de la zona A que varía desde un extremo de cinturón hasta una parte de anchura máxima de una porción lateral del neumático y la zona B que varía desde cerca de un núcleo de talón hasta un relleno de talón. Además, como un gas con el que se llena la cubierta neumática según la invención se puede usar aire usual o aire que tiene una presión parcial de oxígeno cambiada, o un gas inerte tal como nitrógeno o similar.

25 <Ejemplos>

Los siguientes ejemplos se proporcionan como ilustración de la invención y no están destinados a ser limitaciones de la misma.

[Ensayo 1]

30 Se prepara un material compuesto de cordón/caucho disponiendo cordones de fibras que tienen un material, una estructura, un coeficiente de torsión, un módulo de elasticidad y un esfuerzo de contracción térmica mostrados en la Tabla 1, en paralelo a un recuento final mostrado en la Tabla 1, y cubriendo con un caucho de revestimiento. Usando un material compuesto de cordón/caucho de este tipo en una lona de carcasa se prepara un neumático que puede rodar deshinchado del tipo de refuerzo lateral que tiene una estructura mostrada en la figura 8 y un tamaño de neumático de 215/45ZR17. Además, el alabeo longitudinal y la durabilidad de la rodadura en estado deshinchado del neumático resultante se evalúan mediante los siguientes métodos, para obtener los resultados mostrados en la Tabla 1.

(1-1) Alabeo longitudinal

40 Se mide una curva de carga-flexión del neumático a ensayar inflado a una presión interna de 230 kPa y un gradiente de una línea tangente a una cierta carga en la curva de carga-flexión resultante es una constante de alabeo longitudinal y está representado por un índice, en base a que la constante de alabeo longitudinal del neumático del Ejemplo comparativo 1 es 100. Cuanto mayor sea el valor del índice, mayor es la constante de alabeo longitudinal.

(1-2) Durabilidad de la rodadura en estado deshinchado

45 El neumático a ensayar se somete a un ensayo en tambor bajo condiciones de carga: 4,17 kN, velocidad: 89 km/h y temperatura: 38°C, sin llenar la presión interna, para medir una distancia de rodadura hasta que se causan problemas al neumático, lo que está representado por un índice, en base a que la distancia de rodadura del neumático del Ejemplo comparativo 1 hasta que se causan problemas es 100. Cuanto mayor sea el valor del índice, más larga es la distancia de rodadura hasta que se causan problemas y mejor es la durabilidad de la rodadura en estado deshinchado.

Tabla 1

		Ejemplo comparativo 1	Ejemplo 1-1**	Ejemplo 1-2**	Ejemplo 1-3**	Ejemplo 1-4	Ejemplo 1-5
Construcción de las lonas de carcasa	material del cordón de refuerzo	rayón	polietileno *1				
	estructura del cordón	1.840/3	1.670/2	1.670/2	1.670/2	1.670/2	1.670/2
	torsión de lona x torsión N de cable	39 x 39	20 x 20	25 x 25	39 x 39	47 x 47	53 x 53
	peso específico ρ del cordón	1,52	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
	coeficiente de torsión (Nt)	0,83	0,36	0,45	0,70	0,84	0,94
	módulo de elasticidad del cordón a 25°C bajo una carga de 49 N	46	165	162	145	124	109
Evaluación del neumático	esfuerzo de contracción térmica σ a 177°C del cordón	0,00	0,26	0,26	0,51	0,63	0,57
	recuento final	45	50	50	50	50	50
	alabeo longitudinal durante rodadura usual	100	98	98	99	101	96
	durabilidad de la rodadura en estado deshinchado	100	195	188	205	206	201
*1: polietileno en la que aproximadamente el 100% comprende una unidad de repetición representada por la fórmula (IV) y no menos del 97% de la unidad de repetición es 1-oxotrimetileno.							
** No es según la invención.							

- 5 Como se ve en la Tabla 1, en los neumáticos de los Ejemplos que usan el cordón de fibras de policetona que satisface las condiciones de las ecuaciones (I) y (II) como un cordón de refuerzo para la lona de carcasa, se mejora en gran medida la durabilidad del neumático durante la rodadura en estado deshinchado, al tiempo que se suprime la subida del alabeo longitudinal del neumático durante la rodadura usual o se mantiene la comodidad al circular durante la rodadura usual si se compara con el neumático del Ejemplo comparativo 1 que usa cordón de rayón como un cordón de refuerzo para la lona de carcasa.

[Ensayo 2]

- 10 Se prepara un material compuesto de cordón/caucho disponiendo cordones de fibras que tienen un material, una estructura, un coeficiente de torsión, un módulo de elasticidad y un esfuerzo de contracción térmica mostrados en las Tablas 2-1 a 2-5, en paralelo a un recuento final mostrado en las Tablas 2-1 a 2-5, y cubriendo con un caucho de revestimiento. Usando un material compuesto de cordón/caucho de este tipo en una capa de cordones de refuerzo 8 de neumáticos que tienen una estructura como se muestra en las figuras 1-5, se prepara un neumático que puede rodar deshinchado del tipo de refuerzo lateral que tiene un tamaño de neumático de 215/45ZR17. Además, un ángulo del cordón en la capa de cordones de refuerzo 8 con respecto a una dirección radial del neumático se muestra en las Tablas 2-1 a 2-5. Además, se prepara un neumático que tiene la misma estructura excepto en que no se usa la capa de cordones de refuerzo 8 (Ejemplo comparativo 2). A continuación, el alabeo longitudinal y la durabilidad de la rodadura en estado deshinchado de los neumáticos obtenidos de esta manera se evalúan mediante los siguientes métodos, para obtener los resultados mostrados en las Tablas 2-1 a 2-5.

(2-1) Alabeo longitudinal

- 20 Se mide una curva de carga-flexión del neumático a ensayar inflado a una presión interna de 230 kPa y un gradiente de una línea tangente a una cierta carga en la curva de carga-flexión resultante es una constante de alabeo longitudinal y está representado por un índice, en base a que la constante de alabeo longitudinal del neumático del Ejemplo comparativo 2 es 100. Cuanto mayor sea el valor del índice, mayor es la constante de alabeo longitudinal.

(2-2) Durabilidad de la rodadura en estado deshinchado

- 25 El neumático a ensayar se somete a un ensayo en tambor bajo condiciones de carga: 4,17 kN, velocidad: 89 km/h y temperatura: 38°C, sin llenar la presión interna, para medir una distancia de rodadura hasta que se causan problemas al neumático, lo que está representado por un índice, en base a que la distancia de rodadura del neumático del Ejemplo comparativo 2 hasta que se causan problemas es 100. Cuanto mayor sea el valor del índice, más larga es la distancia de rodadura hasta que se causan problemas y mejor es la durabilidad de la rodadura en estado deshinchado.
- 30

Tabla 2-1

		Ejemplo comparativo 2	Ejemplo 2-1-1**	Ejemplo 2-1-2**	Ejemplo 2-1-3**	Ejemplo 2-1-4**	Ejemplo 2-1-5	Ejemplo 2-1-6	Ejemplo 2-1-7	Ejemplo 2-1-8
Construcción de la capa de cordones de refuerzo	estructura de la capa de cordones de refuerzo	-	FIG.1	FIG. 1	FIG. 1	FIG. 1	FIG. 1	FIG. 1	FIG. 1	FIG.1
	material del cordón de refuerzo	-	policetona *1	policetona *1	policetona *1	policetona *1	policetona *1	policetona *1	policetona *1	policetona *1
	estructura del cordón	dtex/filamentos	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
	torsión de lona x torsión N de cable	vuelatas/10 cm	15 x 15	20 x 20	25 x 25	39 x 39	47 x 47	53 x 53	47 x 47	47 x 47
	peso específico ρ del cordón	g/cm ³	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
	coeficiente de torsión Nt	-	0,26	0,36	0,45	0,70	0,84	0,94	0,84	0,84
	módulo de elasticidad E a 25°C bajo una carga de 49 N del cordón	cN/dtex	174	165	162	145	124	109	124	124
	esfuerzo de contracción térmica σ a 177°C del cordón	cN/dtex	0,10	0,26	0,26	0,51	0,63	0,57	0,63	0,63
	recuento final	cordones/50 mm	50	50	50	50	50	50	50	50
	ángulo del cordón	°	0	0	0	0	0	0	0	45

Evaluación del neumático	Ejemplo comparativo 2		Ejemplo 2-1-1**	Ejemplo 2-1-2**	Ejemplo 2-1-3**	Ejemplo 2-1-4**	Ejemplo 2-1-5	Ejemplo 2-1-6	Ejemplo 2-1-7	Ejemplo 2-1-8
	alabeo longitudinal durante rodadura usual	índice	100	98	98	99	101	96	103	104
	durabilidad de la rodadura en estado deshinchado	índice	100	195	188	205	206	201	208	205
<p>*1 : policetona en la que aproximadamente el 100% comprende una unidad de repetición representada por la fórmula (IV) y no menos del 97% de la unidad de repetición es 1-oxotrimetileno.</p> <p>** No es según la invención.</p>										

Tabla 2-2

		Ejemplo comparativo 2	Ejemplo 2-2-1**	Ejemplo 2-2-2**	Ejemplo 2-2-3**	Ejemplo 2-2-4**	Ejemplo 2-2-5	Ejemplo 2-2-6	Ejemplo 2-2-7	Ejemplo 2-2-8	
Construcción de la capa de cordones de refuerzo	estructura de la capa de cordones de refuerzo	-	FIG. 2								
	material del cordón de refuerzo	-	poliuretano *1								
	estructura del cordón	dtex/filamentos	1.670/2	1.670/2	1.670/2	1.670/2	1.670/2	1.670/2	1.670/2	1.670/2	
	torsión de lona x torsión N de cable peso específico p del cordón	vueltas/10 cm g/cm ³	15 x 15 1,30	20 x 20 1,30	25 x 25 1,30	39 x 39 1,30	47 x 47 1,30	47 x 47 1,30	53 x 53 1,30	47 x 47 1,30	47 x 47 1,30
	coeficiente de torsión Nt	-	0,26	0,36	0,45	0,70	0,84	0,84	0,94	0,84	0,84
	módulo de elasticidad E a 25°C bajo una carga de 49 N del cordón	cN/dtex	174	165	162	145	124	124	109	124	124
	esfuerzo de contracción térmica σ a 177°C del cordón	cN/dtex	0,10	0,26	0,26	0,51	0,63	0,63	0,57	0,63	0,63
	recuento final	cordones/50 mm	50	50	50	50	50	50	50	50	50
	ángulo del cordón	°	0	0	0	0	0	0	0	45	80

Evaluación del neumático	alabeo longitudinal durante rodadura usual	índice	100	100	98	98	99	101	96	103	104
	durabilidad de la rodadura en estado deshinchado	índice	100	156	156	150.4	164	164.8	160.8	166.4	164
<p>*1: policetona en la que aproximadamente el 100% comprende una unidad de repetición representada por la fórmula (IV) y no menos del 97% de la unidad de repetición es 1-oxotrimetileno.</p> <p>** No es según la invención</p>											

Tabla 2-3

Construcción de la capa de cordones de refuerzo		Ejemplo comparativo 2	Ejemplo 2-3-1 **	Ejemplo 2-3-2 **	Ejemplo 2-3-3 **	Ejemplo 2-3-4 **	Ejemplo 2-3-5	Ejemplo 2-3-6	Ejemplo 2-3-7	Ejemplo 2-3-8
estructura de la capa de cordones de refuerzo	-	ninguna disposición de la capa de cordones de refuerzo	FIG. 3	FIG. 3	FIG. 3	FIG. 3	FIG. 3	FIG. 3	FIG. 3	FIG. 3
material del cordón de refuerzo	-		poliuretano *1	poliuretano *1	poliuretano *1	poliuretano *1	poliuretano *1	poliuretano *1	poliuretano *1	poliuretano *1
estructura del cordón	dtex/filamentos		1.670/2	1.670/2	1.670/2	1.670/2	1.670/2	1.670/2	1.670/2	1.670/2
torsión de lona x torsión N de cable	vuelatas/10 cm		15 x 15	20 x 20	25 x 25	39 x 39	47 x 47	53 x 53	47 x 47	47 x 47
peso específico ρ del cordón	g/cm ³		1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
coeficiente de torsión Nt	-		0,26	0,36	0,45	0,70	0,84	0,94	0,84	0,84
módulo de elasticidad E a 25°C bajo una carga de 49 N del cordón	cN/dtex		174	165	162	145	124	109	124	124
esfuerzo de contracción térmica σ a 177° C del cordón	cN/dtex		0,10	0,26	0,26	0,51	0,63	0,57	0,63	0,63
recuento final	cordones/50 mm		50	50	50	50	50	50	50	50
ángulo del cordón	°		0	0	0	0	0	0	45	80

Ejemplo comparativo 2		Ejemplo 2-3-1 **	Ejemplo 2-3-2 **	Ejemplo 2-3-3 **	Ejemplo 2-3-4 **	Ejemplo 2-3-5	Ejemplo 2-3-6	Ejemplo 2-3-7	Ejemplo 2-3-8
Evaluación del neumático	alabeo longitudinal durante rodadura usual	100	98	98	99	101	96	103	104
	durabilidad de la rodadura en estado deshinchado	100	140	135	148	148	145	150	148
<p>*1: policetona en la que aproximadamente el 100% comprende una unidad de repetición representada por la fórmula (IV) y no menos del 97% de la unidad de repetición es 1-oxotrimetileno.</p> <p>** No es según la invención</p>									

Tabla 2-4

		Ejemplo comparativo 2	Ejemplo 2-4-1 **	Ejemplo 2-4-2 **	Ejemplo 2-4-3 **	Ejemplo 2-4-4 **	Ejemplo 2-4-5	Ejemplo 2-4-6	Ejemplo 2-4-7	Ejemplo 2-4-8
Construcción de la capa de cordones de refuerzo	estructura de la capa de cordones de refuerzo	-	FIG. 4	FIG. 4	FIG. 4	FIG. 4	FIG. 4	FIG. 4	FIG. 4	FIG. 4
	material del cordón de refuerzo	-	poliuretano *1	poliuretano *1	poliuretano *1	poliuretano *1	poliuretano *1	poliuretano *1	poliuretano *1	poliuretano *1
	estructura del cordón	dtex/filamentos	1.670/2	1.670/2	1.670/2	1.670/2	1.670/2	1.670/2	1.670/2	1.670/2
	torsión de ióna x torsión N de cable	Vueltas/10 cm	15 x 15	20 x 20	25 x 25	39 x 39	47 x 47	47 x 47	47 x 47	47 x 47
	peso específico p del cordón	g/cm ³	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
	coeficiente de torsión Nt	-	0,26	0,36	0,45	0,70	0,84	0,84	0,94	0,84
	módulo de elasticidad E a 25°C bajo una carga de 49 N del cordón	cN/dtex	174	165	162	145	124	124	109	124
	esfuerzo de contracción térmica σ a 177°C del cordón	cN/dtex	0,10	0,26	0,26	0,51	0,63	0,63	0,57	0,63
	recuento final	cordones/50 mm	50	50	50	50	50	50	50	50
	ángulo del cordón	°	0	0	0	0	0	0	0	45

Evaluación del neumático	Ejemplo comparativo 2	Ejemplo 2-4-8							
		Ejemplo 2-4-1 **	Ejemplo 2-4-2 **	Ejemplo 2-4-3 **	Ejemplo 2-4-4 **	Ejemplo 2-4-5	Ejemplo 2-4-6	Ejemplo 2-4-7	Ejemplo 2-4-8
alabeo longitudinal durante rodadura usual	100	103	101	101	102	104	99	106	107
durabilidad de la rodadura en estado deshinchado	100	195	195	188	205	206	201	208	205
<p>*1: policetona en la que aproximadamente el 100% comprende una unidad de repetición representada por la fórmula (IV) y no menos del 97% de la unidad de repetición es 1-oxotrimetileno.</p> <p>** No es según la invención</p>									

Tabla 2-5

		Ejemplo comparativo 2	Ejemplo 2-5-1 **	Ejemplo 2-5-2 **	Ejemplo 2-5-3 **	Ejemplo 2-4 **	Ejemplo 2-5-5	Ejemplo 2-5-6	Ejemplo 2-5-7	Ejemplo 2-5-8
Construcción de la capa de cordones de refuerzo	estructura de la capa de cordones de refuerzo	-	FIG. 5	FIG. 5	FIG. 5	FIG. 5	FIG. 5	FIG. 5	FIG. 5	FIG. 5
	material del cordón de refuerzo	-	poliuretano *1	poliuretano *1	poliuretano *1	poliuretano *1	poliuretano *1	poliuretano *1	poliuretano *1	poliuretano *1
	estructura del cordón	dtex/filamentos	1.670/2	1.670/2	1.670/2	1.670/2	1.670/2	1.670/2	1.670/2	1.670/2
	torsión de lona x torsión N de cable	vuelts/10 cm	15 x 15	20 x 20	25 x 25	39 x 39	47 x 47	53 x 53	47 x 47	47 x 47
	peso específico p del cordón	g/cm ³	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30	1,30
	coeficiente de torsión Nt	-	0,26	0,36	0,45	0,70	0,84	0,94	0,84	0,84
	módulo de elasticidad E a 25°C bajo una carga de 49 N del cordón	cN/dtex	174	165	162	145	124	109	124	124
	esfuerzo de contracción térmica σ a 177°C del cordón	cN/dtex	0,10	0,26	0,26	0,51	0,63	0,57	0,63	0,63
	recuento final	cordones/50 mm	50	50	50	50	50	50	50	50
	ángulo del cordón	°	0	0	0	0	0	0	0	45

		Ejemplo comparativo 2	Ejemplo 2-5-1 **	Ejemplo 2-5-2 **	Ejemplo 2-5-3 **	Ejemplo 2-5-4 **	Ejemplo 2-5-5	Ejemplo 2-5-6	Ejemplo 2-5-7	Ejemplo 2-5-8
Evaluación del neumático	alabeo longitudinal durante rodadura usual	100	100	98	98	99	101	96	103	104
	durabilidad de la rodadura en estado deshinchado	100	191	191	184	201	202	197	204	201
<p>*1: policetona en la que aproximadamente el 100% comprende una unidad de repetición representada por la fórmula (IV) y no menos del 97% de la unidad de repetición es 1-oxotrimetileno. ** No es según la invención</p>										

Como se ve de las Tablas 2-1 a 2-5, cuando la capa de cordones de refuerzo que usa el cordón de fibras de policetona que satisface las condiciones de las ecuaciones (I) y (II) está dispuesta en, al menos, una parte de una zona A que varía desde un extremo de cinturón hasta una parte de anchura máxima de una porción lateral del neumático y una zona B que varía desde cerca de un núcleo de talón hasta un relleno de talón en el neumático que puede rodar deshinchado del tipo de refuerzo lateral, se puede mejorar en gran medida la durabilidad del neumático durante la rodadura en estado deshinchado, al tiempo que se suprime la subida del alabeo longitudinal del neumático durante la rodadura usual o sin dañar la comodidad al circular del neumático durante la rodadura usual.

[Ensayo 3]

Se prepara un neumático que puede rodar deshinchado que tiene una estructura mostrada en la Tabla 3 y un tamaño de neumático de 245/45R17. Además, los neumáticos de los Ejemplos 3-1 y los Ejemplos 3-3 a 3-6 tienen una estructura mostrada en la figura 1, y el neumático del Ejemplo 3-2 tiene una estructura mostrada en la figura 4, un neumático del Ejemplo de referencia es un neumático en el que una lona de carcasa se añade a la carcasa en el neumático del Ejemplo 3-2 (es decir, 2 lonas en total) y el neumático del Ejemplo comparativo 3 tiene una estructura mostrada en la figura 8. El cordón de refuerzo que constituye la capa de cordones de refuerzo está fabricado a partir de fibra de policetona en los neumáticos de los Ejemplos 3-1 a 3-6 y el Ejemplo de referencia. Además, el módulo de elasticidad E , a 25°C bajo 49 N, y el esfuerzo de contracción térmica σ , a 177°C, del cordón de fibras de policetona utilizado se muestran en la Tabla 3.

En los neumáticos del Ejemplo comparativo 3, los Ejemplos 3-1 a 3-6 y el Ejemplo de referencia, un material de la carcasa es rayón. Además, una capa de caucho de refuerzo lateral que tiene una forma de media luna en sección está dispuesta entre la carcasa y el revestimiento interior en los neumáticos del Ejemplo comparativo 3, los Ejemplos 3-1 a 3-6 y el Ejemplo de referencia. Además, en los neumáticos del Ejemplo comparativo 3, los Ejemplos 3-1 a 3-6 y el Ejemplo de referencia, el cinturón está constituido por dos capas de cinturón, y el ángulo de un cordón de cinturón que constituye la capa de cinturón con respecto a un eje en la dirección radial es 64°. Además, en los neumáticos del Ejemplo comparativo 3, los Ejemplos 3-1 a 3-6 y el Ejemplo de referencia, la capa de refuerzo de cinturón es una estructura de "una cima + una capa". Las diversas condiciones de cada neumático se muestran en la Tabla 3.

En este ejemplo de ensayo, el neumático a ensayar se monta en una rueda trasera derecha de un BMW328i. A continuación, el neumático se hace rodar sobre una pista de un circuito de ensayos en un estado deshinchado bajo condiciones de carga nominal y velocidad de 80 km/h para evaluar la comodidad al circular y la durabilidad de la rodadura en estado deshinchado. La comodidad al circular se evalúa como un valor del alabeo longitudinal bajo una presión interna usual, suponiendo la rodadura usual del neumático. La durabilidad de la rodadura en estado deshinchado se evalúa como la distancia que aguanta con rodadura en estado deshinchado. Además, se muestran valores de un producto descompuesto como un calibre máximo de una capa de caucho de refuerzo lateral y un peso del neumático, en la Tabla 3.

En este ejemplo de ensayo, se calcula un índice de evaluación como una evaluación relativa para los neumáticos de los Ejemplos 3-1 a 3-6 y el neumático del Ejemplo de referencia, en base a que un índice de evaluación del neumático del Ejemplo comparativo 3 es 100. Los resultados de las evaluaciones se muestran también en la Tabla 3. En los resultados de evaluación de la Tabla 3, cuanto mayor sea el valor del índice de evaluación, mayor es la distancia que aguanta con rodadura en estado deshinchado, y cuanto menor sea el valor del índice de evaluación, mejores son los otros comportamientos.

Tabla 3

	Neumático del Ejemplo comparativo 3	Neumático del Ejemplo 3-1 **	Neumático del Ejemplo 3-2 **	Neumático del Ejemplo 3-3 **	Neumático del Ejemplo 3-4 **	Neumático del Ejemplo 3-5	Neumático del Ejemplo 3-6 **	Neumático del Ejemplo de referencia
Estructura de lonas	2P H/L	1P H	1P H	1P H	1P H	1P H	1P H	2P H/L
Presencia o ausencia de la capa de cordones de refuerzo	ausencia	presencia	presencia	presencia	presencia	presencia	presencia	presencia
Material de la capa de cordones de refuerzo	-	policetona	policetona	policetona	policetona	policetona	policetona	policetona
Estructura del cordón (dtex/filamentos)	-	1.670/2	1.670/2	1.670/2	1.670/2	1.670/2	1.670/2	1.670/2
Torsión de lona x Torsión de cable (vuelitas/10 cm)	-	39 x 39	39 x 39	39 x 39	20 x 20	47 x 47	53 x 53	39 x 39
Coefficiente de torsión	-	0,70	0,70	0,70	0,36	0,84	0,84	0,70
Módulo de elasticidad E a 25°C bajo una carga de 49 N (cN/dtex)	-	145	145	145	165	124	86	145
Esfuerzo de contracción térmica σ a 177°C (cN/dtex)	-	0,51	0,51	0,51	0,26	0,63	0,47	0,51
Recuento final (cordones/50 mm)	-	50	50	50	50	50	60	50
Presencia o ausencia de doblez hacia arriba de la capa de cordones de refuerzo	-	ausencia	presencia	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia	presencia
Ángulo de inclinación de la capa de cordones de refuerzo (°) (montaje interior)	-	10	10	0	0	0	0	10

	Neumático del Ejemplo comparativo 3	Neumático del Ejemplo 3-1 **	Neumático del Ejemplo 3-2 **	Neumático del Ejemplo 3-3 **	Neumático del Ejemplo 3-4 **	Neumático del Ejemplo 3-5	Neumático del Ejemplo 3-6 **	Neumático del Ejemplo de referencia
Alabeo longitudinal con presión interna normal (comodidad al circular durante rodadura usual)	100	95	95	95	96	93	92	103
Distancia que aguanta con rodadura en estado deshinchado	100	152	174	128	114	196	131	215
Calibre máximo de la capa de caucho de refuerzo lateral	100	82	82	100	100	100	100	82
Peso del neumático	100	93	95	96	96	96	94	101

** No es según la invención.

Como se ve en la Tabla 3, en los neumáticos de los Ejemplos 3-1 y 3-2, todos los comportamientos son una buena evaluación si se comparan con el neumático del Ejemplo comparativo 3. En los neumáticos de los Ejemplos 3-3 a 3-6, el calibre máximo de la capa de caucho de refuerzo lateral es el mismo que en el neumático del Ejemplo comparativo 3, pero los otros comportamientos son una buena evaluación si se comparan con el neumático del Ejemplo comparativo 3.

En el neumático del Ejemplo de referencia, la distancia que aguanta con rodadura en estado deshinchado y el calibre máximo de la capa de caucho de refuerzo lateral son una buena evaluación si se comparan con el neumático del Ejemplo comparativo, pero la comodidad al circular y el peso del neumático son una evaluación algo mala si se comparan con el neumático del Ejemplo comparativo 3. No obstante, todos los comportamientos en el neumático del Ejemplo de referencia son buenos resultados si se comparan con el neumático que puede rodar deshinchado convencional que tiene tres lonas de carcasa y ninguna capa de cordones de refuerzo, que es evidente de la relación relativa entre el neumático del Ejemplo comparativo 3 y el neumático del Ejemplo 3-2.

[Ensayo 4]

Se preparan neumáticos que pueden rodar deshinchados para turismos, que tienen una estructura mostrada en las Tablas 4-1 a 4-3 y un tamaño de neumático de 245/50R18. Además, el módulo de elasticidad E, a 25°C bajo una carga de 49 N, y el esfuerzo de contracción térmica σ , a 177°C, del cordón de fibras de policetona utilizado en la carcasa o la capa de cordones de refuerzo se muestran en las Tablas 4-1 a 4-3.

En los neumáticos de los Ejemplos comparativos 4-1 a 4-4 y los neumáticos de los Ejemplos 4-1 a 4-8, una capa de caucho de refuerzo lateral que tiene una forma de media luna en sección está dispuesta entre la carcasa y el revestimiento interior, y se cambia un calibre máximo de una capa de caucho de refuerzo lateral de manera que una durabilidad de la rodadura en estado deshinchado evaluada como se mencionará más adelante se hace igual a la del neumático del Ejemplo comparativo 4-1. Además, en los neumáticos de los Ejemplos comparativos 4-1 a 4-4 y los neumáticos de los Ejemplos 4-1 a 4-8, el cinturón está constituido por dos capas de cinturón, y el ángulo de un cordón de cinturón que constituye la capa de cinturón con respecto a un eje en una dirección radial es 64°. Además, la capa de refuerzo de cinturón en los neumáticos de los Ejemplos comparativos 4-1 a 4-4 y los neumáticos de los Ejemplos comparativos 4-1 a 4-8 es una estructura de "una cima + una capa". Las diversas condiciones de cada uno de los neumáticos se muestran en las Tablas 4-1 a 4-3. Además, el ángulo del cordón de fibras de policetona en la capa de cordones de refuerzo de los neumáticos de los Ejemplos 4-1 a 4-8 con respecto a la dirección radial del neumático se muestra en las Tablas 4-2 y 4-3.

En este ejemplo de ensayo, la durabilidad de la rodadura en estado deshinchado se evalúa sometiendo el neumático a ensayar a un ensayo en tambor bajo condiciones de carga: 635 kgf y velocidad: 89 km/h, sin llenar a una presión interna, para medir una distancia de rodadura hasta que se causan problemas en el neumático. Además, la comodidad al circular se evalúa a partir de un valor del alabeo longitudinal del neumático inflado a una presión interna de 230 kPa. Además, la resistencia al corte lateral se evalúa ajustando el neumático inflado a una presión interna de 230 kPa en un estado inclinado de 5° hacia un lado de un péndulo con respecto a una dirección vertical y empujando una parte convexa de un elemento percutor en una máquina de ensayo de índices de impacto del tipo péndulo para calcular la energía de impacto cuando se rompe la lona de carcasa, a fin de confirmar el abultamiento en la superficie del neumático. Además, la uniformidad del neumático se evalúa por una magnitud de un cambio de fuerza en la dirección radial (RFV) generada durante una rotación a un radio constante. Además, el peso del neumático se muestra como un valor de un producto descompuesto en las Tablas 4-1 a 4-3.

En este ejemplo de ensayo, se calcula un índice de evaluación como una evaluación relativa para los neumáticos de los Ejemplos comparativos 4-2 a 4-4 y los Ejemplos 4-1 a 4-8, en base a que un índice de evaluación del neumático del Ejemplo comparativo 4-1 es 100. Los resultados de las evaluaciones se muestran también en las Tablas 4-1 a 4-3. En los resultados de evaluación de las Tablas 4-1 a 4-3, cuanto mayor sea el valor del índice de evaluación, mayor es la distancia que aguantan con rodadura en estado deshinchado y la resistencia al corte lateral, mientras que cuanto menor sea el valor del índice de evaluación, mejores son los otros comportamientos.

Tabla 4-1

	Ejemplo comparativo 4-1	Ejemplo comparativo 4-2	Ejemplo comparativo 4-3	Ejemplo comparativo 4-4
Estructura de carcasa	2P H/L	2P H/L	1P envol	1P H
Material del cordón en la carcasa	rayón	policetona	policetona	policetona
Estructura del cordón (dtex/filamentos)	1.840/2	1.670/2	1.670/2	1.670/2
Torsión de lona x Torsión de cable (vueltas/10 cm)	47 x 47	47 x 47	47 x 47	47 x 47

ES 2 552 545 T3

	Ejemplo comparativo 4-1	Ejemplo comparativo 4-2	Ejemplo comparativo 4-3	Ejemplo comparativo 4-4
Coeficiente de torsión	0,82	0,84	0,84	0,84
Módulo de elasticidad E a 25°C bajo una carga de 49 N (cN/dtex)	32	124	124	124
Esfuerzo de contracción térmica σ a 177°C (cN/dtex)	0	0,63	0,63	0,63
Recuento final (cordones/50 mm)	50	50	50	50
Presencia o ausencia y anchura de la capa de cordones de refuerzo	ausencia	ausencia	ausencia	ausencia
Material de la capa de cordones de refuerzo	-	-	-	-
Estructura del cordón (dtex/filamentos)	-	-	-	-
Torsión de lona x Torsión de cable (vueltas/10 cm)	-	-	-	-
Coeficiente de torsión	-	-	-	-
Módulo de elasticidad E a 25°C bajo una carga de 49 N (cN/dtex)	-	-	-	-
Esfuerzo de contracción térmica σ a 177°C (cN/dtex)	-	-	-	-
Recuento final (cordones/50 mm)	-	-	-	-
Ángulo de inclinación (°)	-	-	-	-
Estructura del neumático	FIG. 9	FIG. 9	FIG. 10	FIG. 8
Distancia que aguanta con rodadura en estado deshinchado	100	100	100	100
Calibre máximo de la capa de caucho de refuerzo lateral	100	86	88	102
Alabeo longitudinal con presión interna normal (comodidad al circular durante rodadura usual)	100	96	96	92
Peso del neumático	100	100	95	93
Resistencia al corte lateral	100	131	127	82
Uniformidad	100	78	122	82

Tabla 4-2

	Ejemplo 4-1	Ejemplo 4-2 **	Ejemplo 4-3 **	Ejemplo 4-4
Estructura de carcasa	1P H	1P H	1P H	1P H
Material del cordón en la carcasa	policetona	policetona	policetona	policetona
Estructura del cordón (dtex/filamentos)	1.670/2	1.670/2	1.670/2	1.670/2

ES 2 552 545 T3

	Ejemplo 4-1	Ejemplo 4-2 **	Ejemplo 4-3 **	Ejemplo 4-4
Torsión de lona x Torsión de cable (vueltas/10 cm)	47 x 47	47 x 47	47 x 47	47 x 47
Coefficiente de torsión	0,84	0,84	0,84	0,84
Módulo de elasticidad E a 25°C bajo una carga de 49 N (cN/dtex)	124	124	124	124
Esfuerzo de contracción térmica σ a 177°C (cN/dtex)	0,63	0,63	0,63	0,63
Recuento final (cordones/50 mm)	50	50	50	50
Presencia o ausencia y anchura de la capa de cordones de refuerzo	100 mm de presencia			
Material de la capa de cordones de refuerzo	policetona	policetona	policetona	policetona
Estructura del cordón (dtex/filamentos)	1.670/2	1.670/2	1.670/2	1.670/2
Torsión de lona x Torsión de cable (vueltas/10 cm)	47 x 47	20 x 20	39 x 39	53 x 53
Coefficiente de torsión	0,84	0,36	0,70	0,94
Módulo de elasticidad E a 25°C bajo una carga de 49 N (cN/dtex)	124	165	145	109
Esfuerzo de contracción térmica σ a 177°C (cN/dtex)	0,63	0,26	0,51	0,57
Recuento final (cordones/50 mm)	50	50	50	50
Ángulo de inclinación (°)	10	10	10	10
Estructura del neumático	FIG. 1	FIG. 1	FIG. 1	FIG. 1
Distancia que aguanta con rodadura en estado deshinchado	100	100	100	100
Calibre máximo de la capa de caucho de refuerzo lateral	83	93	90	86
Alabeo longitudinal con presión interna normal (comodidad al circular durante rodadura usual)	92	95	94	93
Peso del neumático	93	95	94	94
Resistencia al corte lateral	129	141	135	125
Uniformidad	71	77	75	69
** No es según la invención.				

Tabla 4-3

	Ejemplo 4-5	Ejemplo 4-6 **	Ejemplo 4-7 **	Ejemplo 4-8
Estructura de carcasa	1P H	1P H	1P H	1P H
Material del cordón en la carcasa	policetona	policetona	policetona	policetona
Estructura del cordón (dtex/filamentos)	1.670/2	1.670/2	1.670/2	1.670/2

ES 2 552 545 T3

	Ejemplo 4-5	Ejemplo 4-6 **	Ejemplo 4-7 **	Ejemplo 4-8
Torsión de lona x Torsión de cable (vueltas/10 cm)	47 x 47	20 x 20	39 x 39	53 x 53
Coefficiente de torsión	0,84	0,36	0,70	0,94
Módulo de elasticidad E a 25°C bajo una carga de 49 N (cN/dtex)	124	165	145	109
Esfuerzo de contracción térmica σ a 177°C (cN/dtex)	0,63	0,26	0,51	0,57
Recuento final (cordones/50 mm)	50	50	50	50
Presencia o ausencia y anchura de la capa de cordones de refuerzo	50 mm de presencia	100 mm de presencia	100 mm de presencia	100 mm de presencia
Material de la capa de cordones de refuerzo	policetona	policetona	policetona	policetonae
Estructura del cordón (dtex/filamentos)	1.670/2	1.670/2	1.670/2	1.670/2
Torsión de lona x Torsión de cable (vueltas/10 cm) torsión	47 x 47	20 x 20	39 x 39	53 x 53
Coefficiente de torsión	0,84	0,36	0,70	0,94
Módulo de elasticidad E a 25°C bajo una carga de 49 N (cN/dtex)	124	165	145	109
Esfuerzo de contracción térmica σ a 177°C (cN/dtex)	0,63	0,26	0,51	0,57
Recuento final (cordones/50 mm)	50	50	50	50
Ángulo de inclinación (°)	10	0	0	0
Estructura del neumático	FIG. 6	FIG. 1	FIG. 1	FIG. 1
Distancia que aguanta con rodadura en estado deshinchado	100	100	100	100
Calibre máximo de la capa de caucho de refuerzo lateral	96	98	85	86
Alabeo longitudinal con presión interna normal (comodidad al circular durante rodadura usual)	99	98	91	91
Peso del neumático	93	93	93	94
Resistencia al corte lateral	105	166	138	112
Uniformidad	66	86	77	68
** No es según la invención				

Como se ve de las Tablas 4-1, 4-2 y 4-3, todos los comportamientos en los neumáticos de los Ejemplos 4-1 a 4-8 son una buena evaluación si se comparan con el neumático del Ejemplo comparativo 4-1. Por otro lado, el neumático del Ejemplo comparativo 4-2 tiene la misma estructura de dos lonas de carcasa que el neumático del Ejemplo comparativo 4-1, de manera que el peso del neumático no se mejora si se compara con el neumático del Ejemplo comparativo 4-1, mientras que el neumático del Ejemplo comparativo 4-3 tiene una estructura envolvente de carcasa, de manera que la uniformidad se deteriora si se compara con el neumático del Ejemplo comparativo 4-1, y el neumático del Ejemplo comparativo 4-4 tiene una estructura de carcasa de una lona y ninguna capa de cordones de refuerzo, de manera que se deteriora el calibre máximo de la capa de caucho de refuerzo lateral y, también, se deteriora la resistencia al corte lateral si se comparan con el neumático del Ejemplo comparativo 4-1.

REIVINDICACIONES

1. Un neumático que puede rodar deshinchado, que comprende una carcasa radial (3) que se extiende de modo toroidal entre un par de núcleos de talón (2) embebidos en unas porciones de talón (1) respectivas y está constituida por una o más lonas de carcasa, una porción de banda de rodadura (4) dispuesta sobre el exterior de una porción de corona de la carcasa radial en una dirección radial del neumático, un par de porciones de contrafuerte (5) situadas en ambas partes extremas de la porción de banda de rodadura, un par de porciones de costado (6) que conectan, cada una, la porción de contrafuerte a la porción de talón, un par capas de caucho de refuerzo lateral (7) dispuestas, cada una, en el interior de la carcasa radial en una zona desde la porción de contrafuerte hasta la porción de costado y que tienen una forma de media luna en sección, un relleno de talón (9) dispuesto en el exterior del núcleo de talón en una dirección radial del neumático y un cinturón (10) dispuesto en el exterior de una porción de corona de la carcasa radial en una dirección radial del neumático, caracterizado por una capa de cordones que incluye un cordón de fibras de policetona que satisface las siguientes condiciones de las siguientes ecuaciones (I) y (II).

$$\sigma \geq -0,01xE + 1,2 \dots (I)$$

$$\sigma \geq 0,57 \dots (II)$$

15 en las que σ es el esfuerzo de contracción térmica a 177°C (cN/dtex) y E es el módulo de elasticidad a 25°C bajo una carga de 49 N (cN/dtex), y que tiene una reversibilidad de contracción a alta temperatura y estiramiento al volver a temperatura ambiente, está dispuesta en, al menos, una parte de una zona A que varía desde un extremo de cinturón hasta una parte de anchura máxima de una porción lateral del neumático y/o una zona B que varía desde cerca de un núcleo de talón (2) hasta un relleno de talón (9).

20 2. El neumático que puede rodar deshinchado según la reivindicación 1, en el que la capa de cordones que incluye el cordón de fibras de policetona es una lona de carcasa.

3. El neumático que puede rodar deshinchado según la reivindicación 2, en el que el cordón de fibras de policetona tiene un coeficiente de torsión (Nt), definido por la siguiente ecuación (III), no menor que 0,34:

$$Nt = \tan \theta = 0,001xNx(0,125xD/\rho)^{1/2} \dots (III)$$

25 [en la que N es el número de torsión (vueltas/10 cm) y ρ es el peso específico del cordón (g/cm^3) y D es el número decitex total del cordón (dtex)].

4. El neumático que puede rodar deshinchado según la reivindicación 2, en el que un recuento final de los cordones de fibras de policetona en la lona de carcasa es de 35 a 60 (cordones/50 mm).

30 5. El neumático que puede rodar deshinchado según la reivindicación 1, en el que la capa de cordones que incluye el cordón de fibras de policetona es una capa de cordones de refuerzo dispuesta en una zona A que varía desde un extremo de cinturón hasta una parte de anchura máxima de una porción lateral del neumático.

6. El neumático que puede rodar deshinchado según la reivindicación 1, en el que la capa de cordones que incluye el cordón de fibras de policetona es una capa de cordones de refuerzo dispuesta en una zona B que varía desde cerca de un núcleo de talón hasta un relleno de talón.

35 7. El neumático que puede rodar deshinchado según la reivindicación 1, que comprende una carcasa (3) constituida por una o más lonas de carcasa y que tiene un estructura doblada hacia arriba, arrollada alrededor de un núcleo de talón (2) situado en ambos lados, en una dirección a lo ancho, y una capa de caucho de refuerzo lateral (7) dispuesta en una porción de costado (6) del neumático en cada lado, en la dirección a lo ancho del neumático, y que tiene una forma de media luna en sección, en el que

40 un par de capas de cordones de refuerzo (8) se dejan dentro de una rigidez igual o mayor que la de la carcasa y están dispuestas para cubrir, al menos, una parte de la capa de caucho de refuerzo lateral en cada lado, en una dirección a lo ancho del neumático, desde el exterior de la carcasa;

la capa de cordones de refuerzo (8) está dispuesta adyacente a una porción de la carcasa (3) correspondiente a una zona que varía, al menos, desde un extremo de un cinturón (10) hasta una parte de anchura máxima de la porción lateral del neumático; y

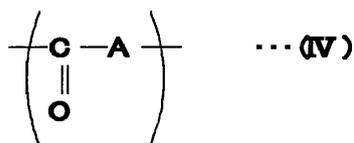
45 un cordón que constituye la capa de cordones de refuerzo (8) es un cordón de fibras de policetona que satisface las condiciones de las ecuaciones (I) y (II) anteriores.

50 8. El neumático que puede rodar deshinchado según la reivindicación 1, en el que una capa de cordones de refuerzo está dispuesta en la zona A y/o la zona B, y un cordón que constituye la lona de carcasa y un cordón que constituye la capa de cordones de refuerzo son el cordón de fibras de policetona.

9. El neumático que puede rodar deshinchado según la reivindicación 8, en el que la capa de cordones de refuerzo es, al menos, una parte de una zona A que varía desde un extremo de cinturón hasta una parte de anchura máxima

de una porción lateral del neumático y una zona B que varía desde cerca de un núcleo de talón hasta un relleno de talón.

- 5 10. El neumático que puede rodar deshinchado según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, en el que un ángulo del cordón de fibras de policetona en la capa de cordones de refuerzo con respecto a la dirección radial del neumático es de 0 a 85°.
11. El neumático que puede rodar deshinchado según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, en el que el cordón de fibras de policetona tiene un coeficiente de torsión (Nt), definido por la ecuación (III) de la reivindicación 3, no menor que 0,25.
- 10 12. El neumático que puede rodar deshinchado según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, en el que un recuento final de los cordones de fibras de policetona en la capa de cordones de refuerzo es de 5 a 60 (cordones/50 mm).
- 15 13. El neumático que puede rodar deshinchado según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, en el que los cordones que constituyen la capa de cordones de refuerzo, dispuesta en el estado montado en un vehículo, están inclinados en un sentido opuesto al sentido de rotación del neumático con respecto a la dirección radial y un ángulo de inclinación del cordón con respecto a la dirección radial del neumático está en un intervalo de 0 a 20°.
14. El neumático que puede rodar deshinchado según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, en el que un extremo de la capa de cordones de refuerzo tiene una estructura doblada hacia arriba, arrollada alrededor del núcleo de talón.
- 20 15. El neumático que puede rodar deshinchado según cualquiera de las reivindicaciones 5 a 8, en el que un ángulo del cordón de fibras de policetona en la capa de cordones de refuerzo con respecto a la dirección radial del neumático no es mayor que 5°.
16. El neumático que puede rodar deshinchado según cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 y 5 a 8, en el que el cordón de fibras de policetona tiene un módulo de elasticidad E, a 25°C bajo una carga de 49 N, de 30 a 170 cN/dtex y un esfuerzo de contracción térmica σ , a 177°C, de 0,57 a 1,5 cN/dtex.
- 25 17. El neumático que puede rodar deshinchado según cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 y 5 a 8, en el que el cordón de fibras de policetona está formado retorciendo dos o tres haces de filamentos, cada uno de policetona, que tienen una finura de 500 a 2.000 dtex.
18. El neumático que puede rodar deshinchado según cualquiera de las reivindicaciones 1, 2 y 5 a 8, en el que la policetona tiene sustancialmente una unidad de repetición representada por la siguiente fórmula general (IV):



- 30 [en la que A es un resto obtenido de un compuesto insaturado polimerizado con enlaces insaturados, y puede ser el mismo o diferente en cada una de las unidades de repetición].

19. El neumático que puede rodar deshinchado según la reivindicación 18, en el que A en la fórmula (IV) es un grupo etileno.

FIG. 1

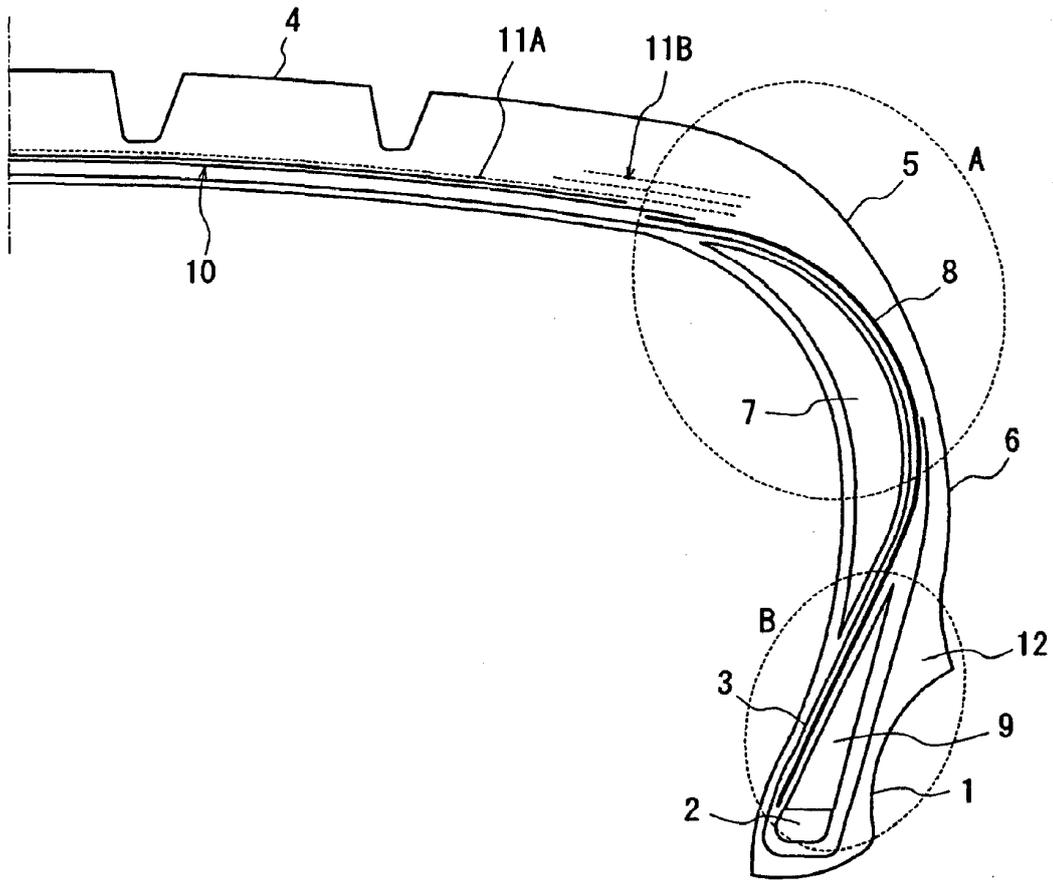


FIG. 2

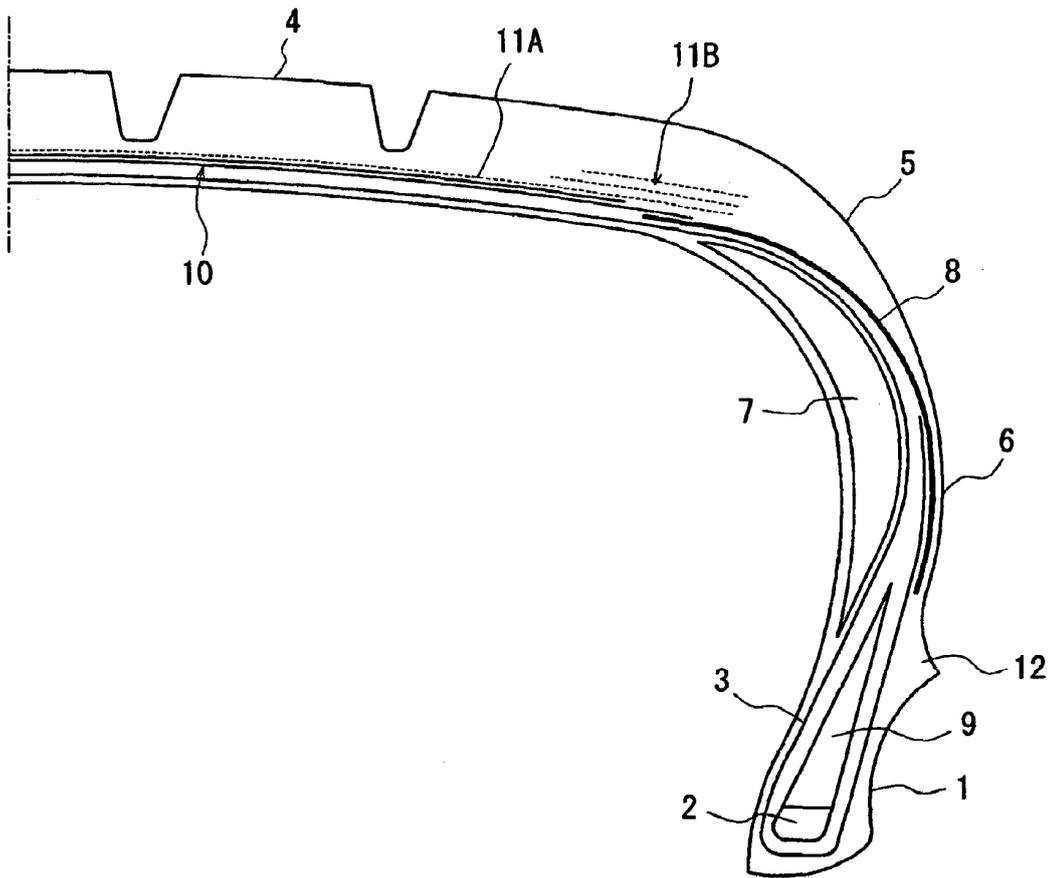


FIG. 3

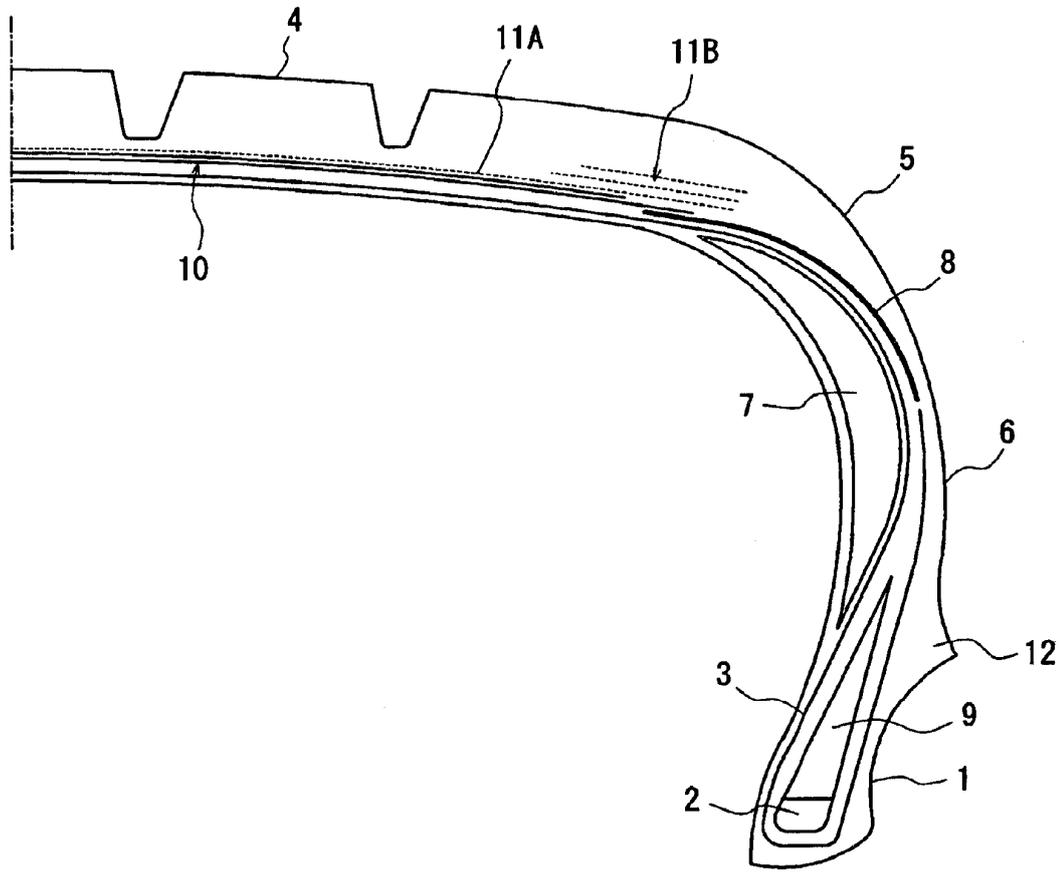


FIG. 4

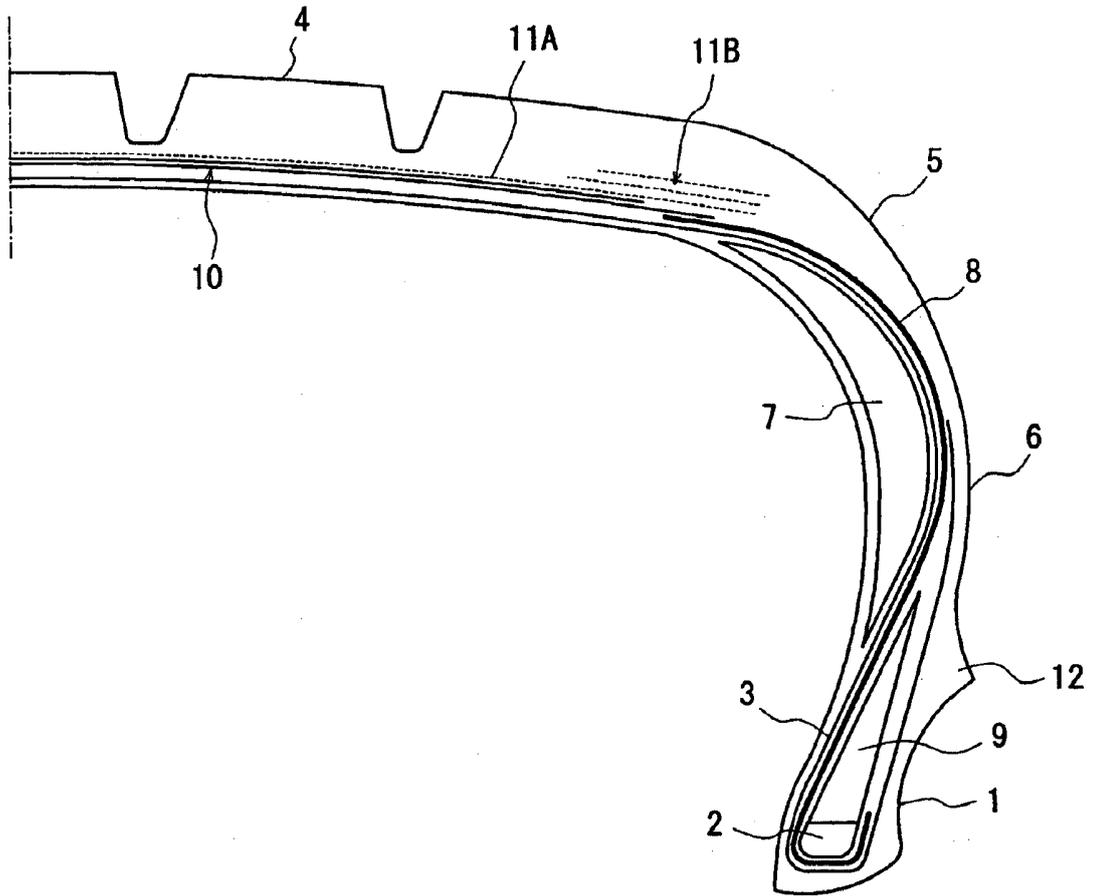


FIG. 5

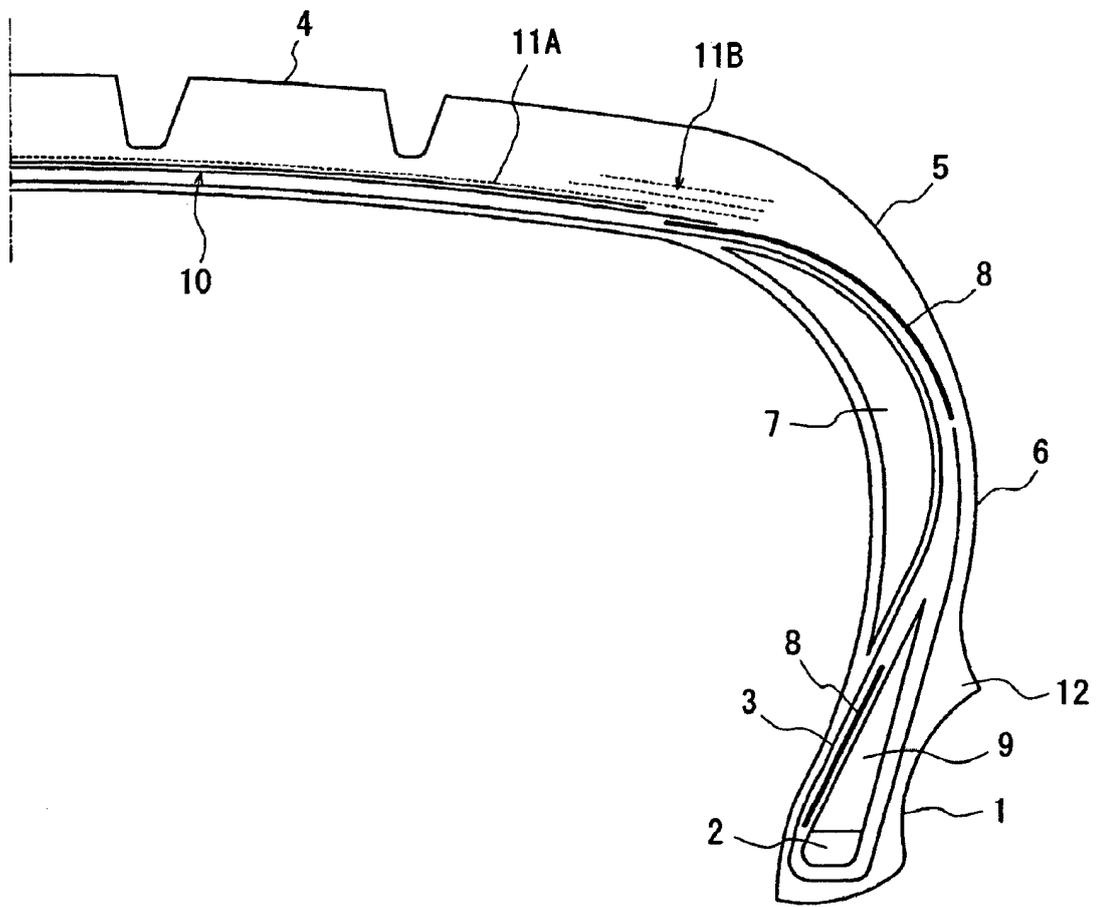


FIG. 7

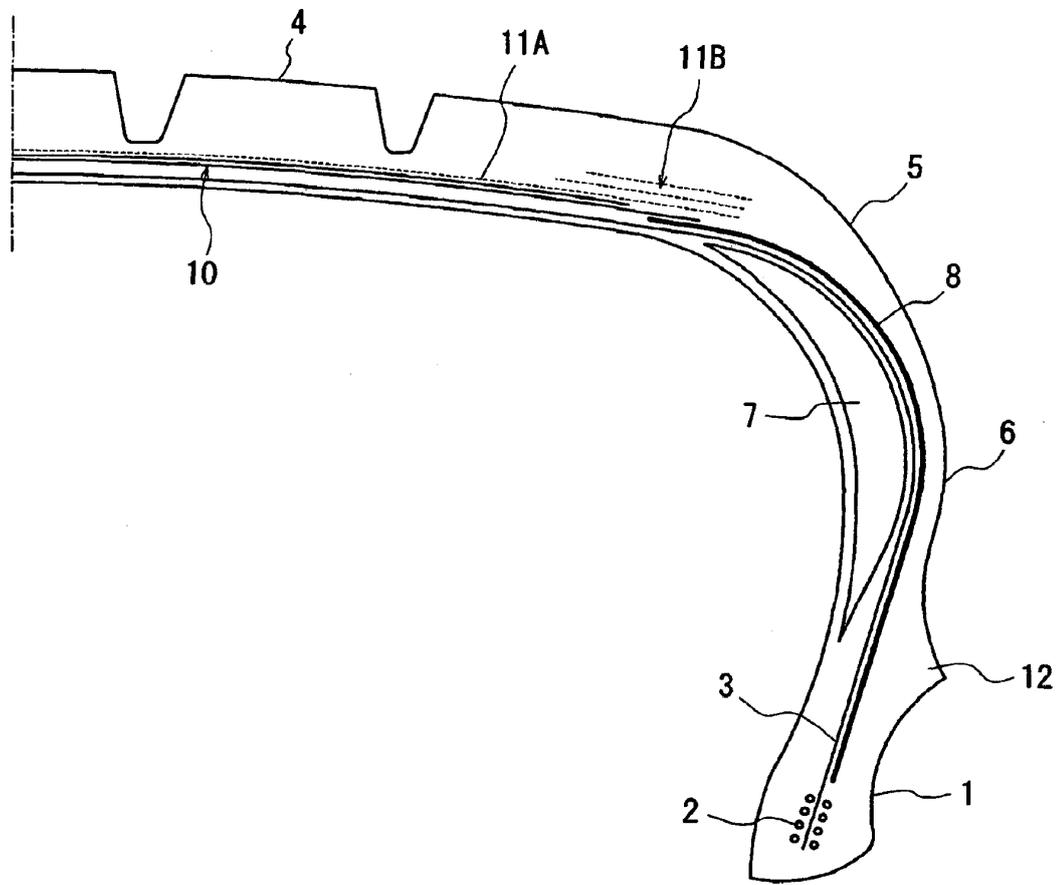


FIG. 8

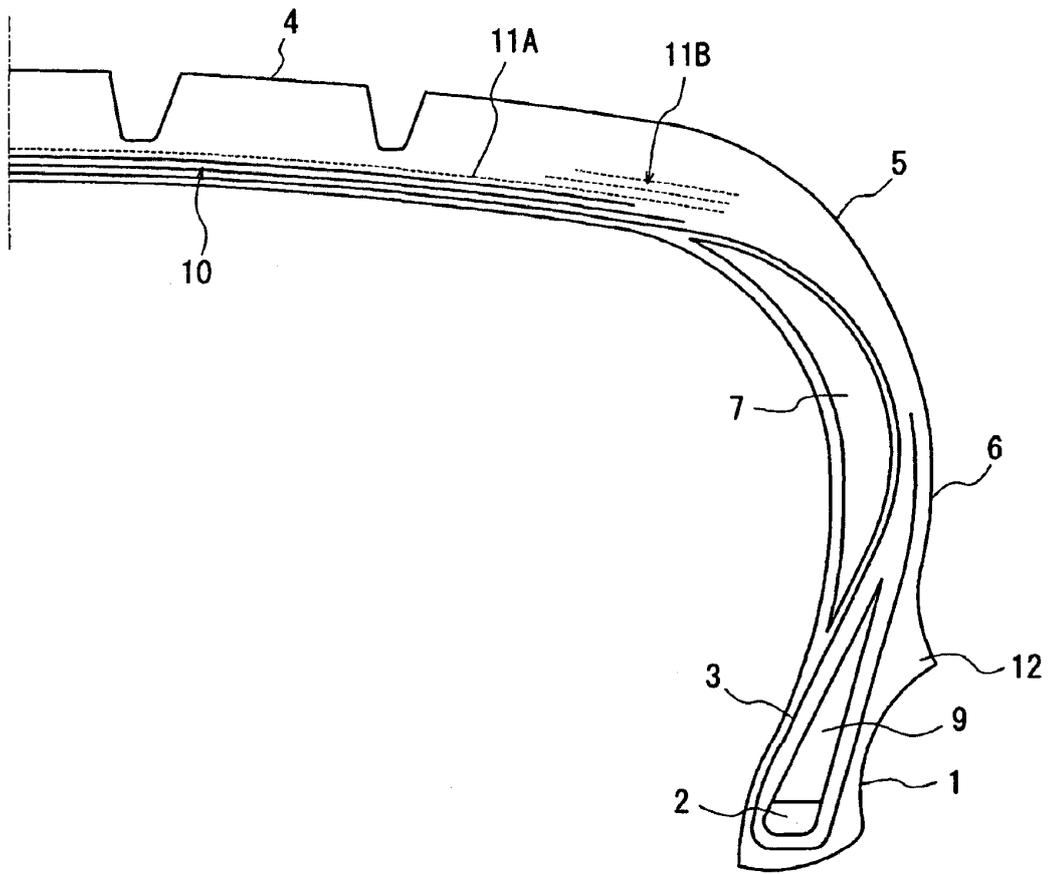


FIG. 9

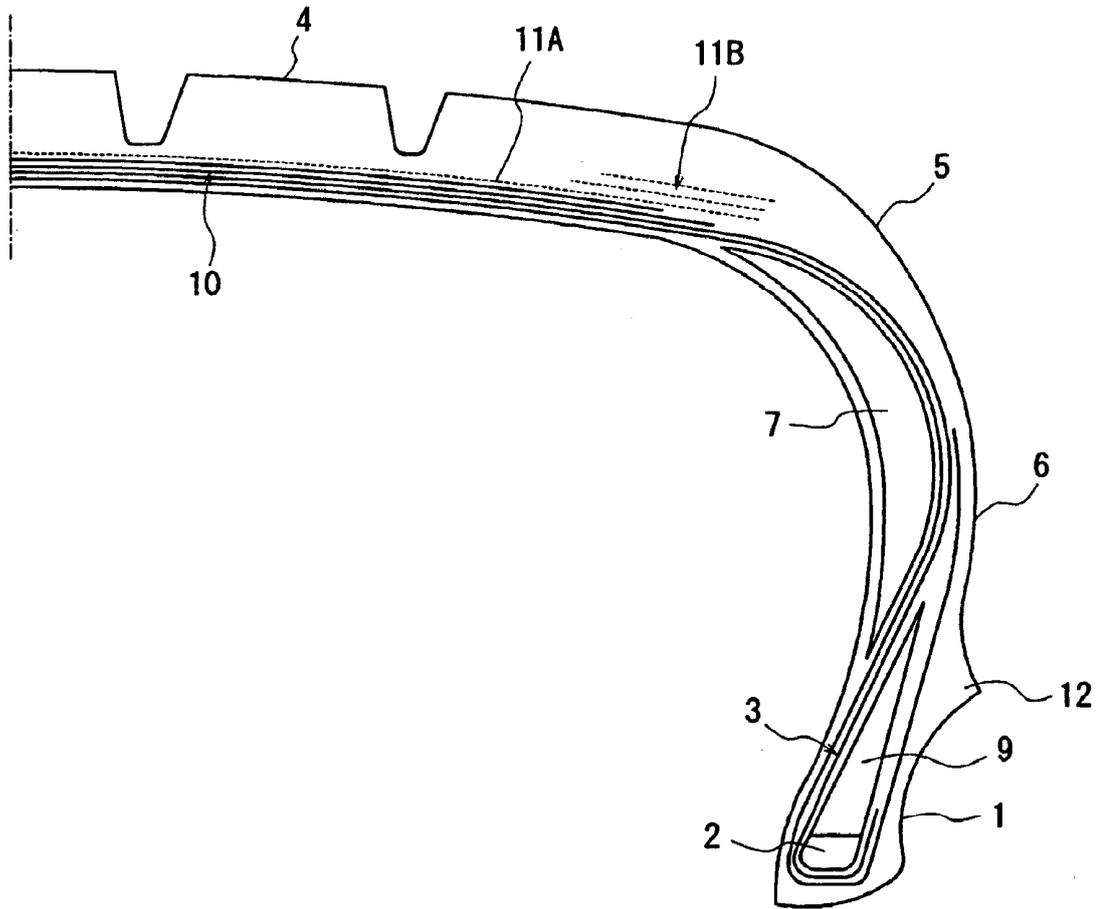


FIG. 10

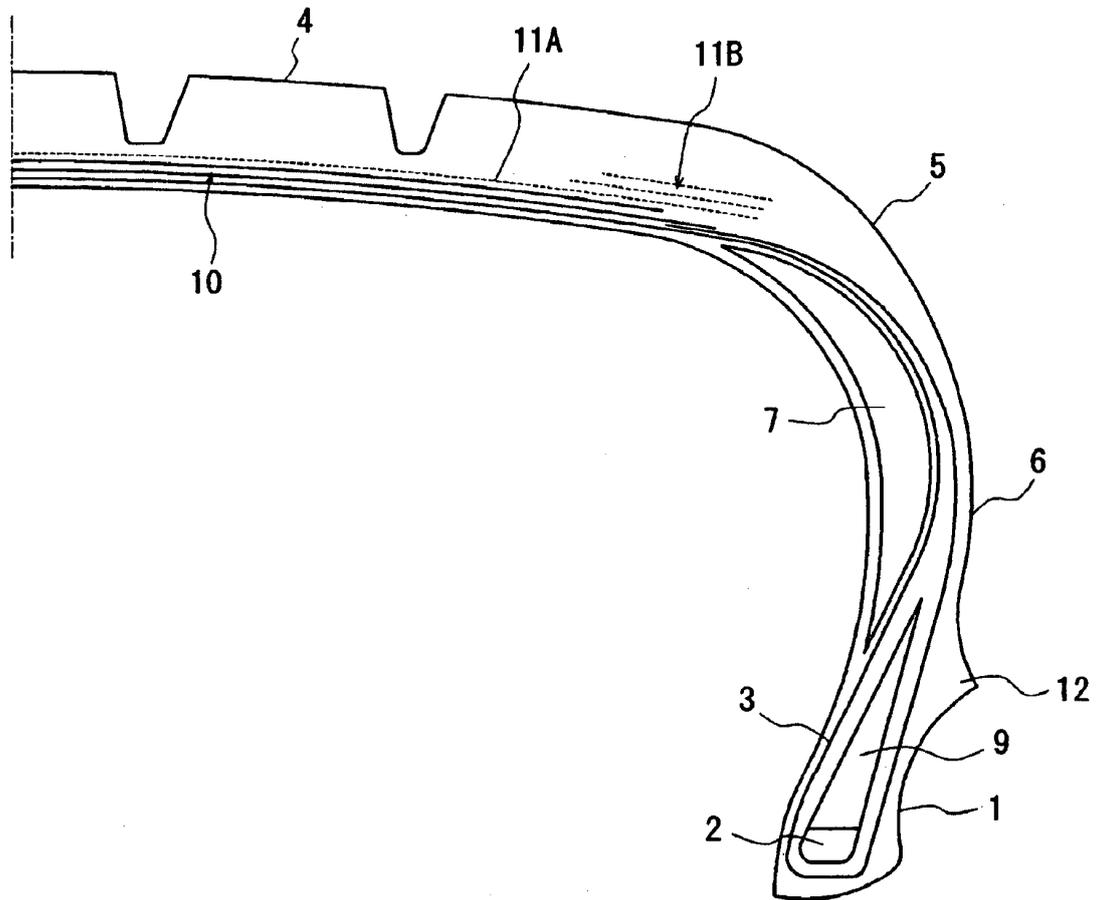


FIG. 11

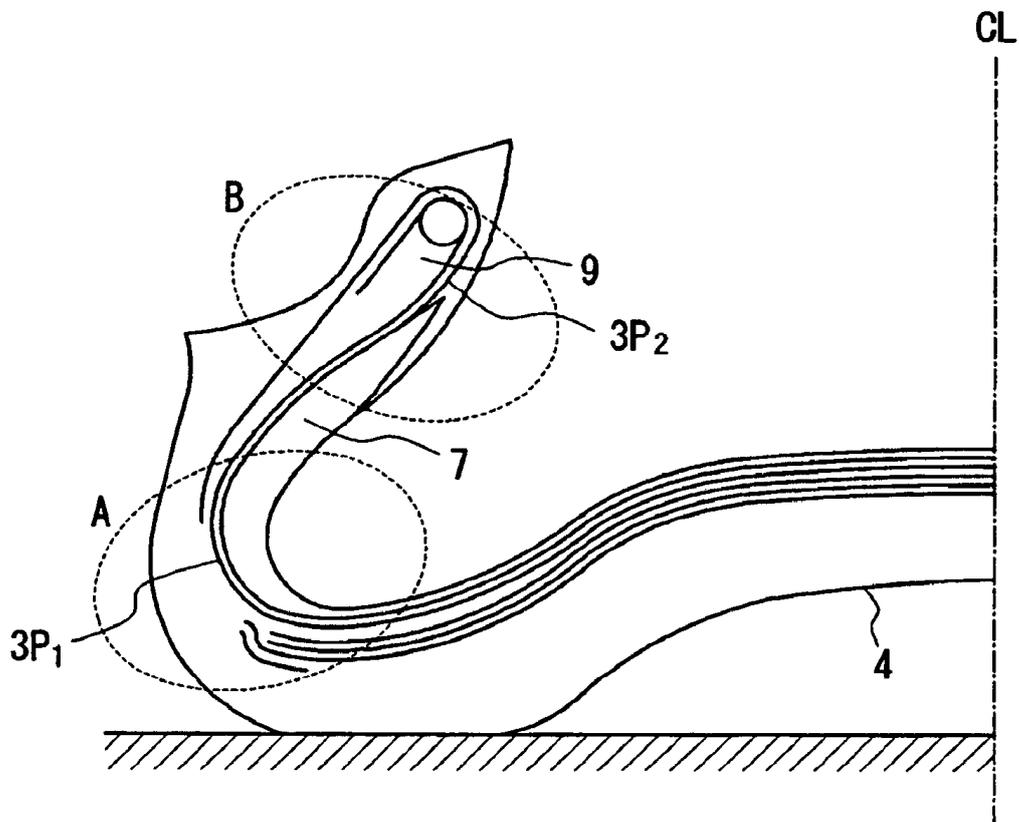


FIG. 12

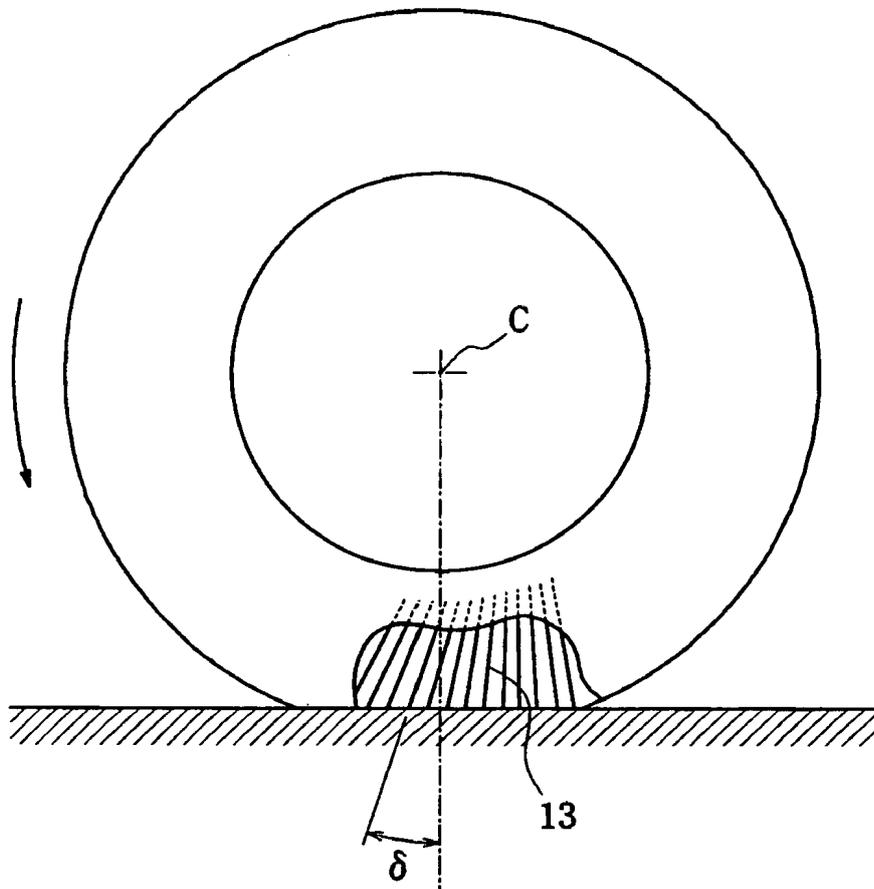


FIG. 13

