



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 356 384**

51 Int. Cl.:

B60C 9/20 (2006.01)

B60C 9/00 (2006.01)

B60C 9/22 (2006.01)

D02G 3/02 (2006.01)

D02G 3/48 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06712095 .6**

96 Fecha de presentación : **20.01.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1839907**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **03.10.2007**

54

Título: **Neumático radial.**

30

Prioridad: **21.01.2005 JP 2005-14155**
21.01.2005 JP 2005-14336

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
07.04.2011

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
07.04.2011

73

Titular/es: **BRIDGESTONE CORPORATION**
10-1, Kyobashi 1-chome
Chuo-ku, Tokyo 104-8340, JP

72

Inventor/es: **Nakashima, Daisuke**

74

Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 356 384 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

5 La presente invención versa acerca de un neumático radial, y más en particular acerca de un neumático radial que tiene excelentes estabilidades de dirección tanto durante la circulación a baja velocidad como durante la circulación a alta velocidad, así como acerca de un neumático radial que tiene excelentes estabilidades de dirección tanto durante la
 5 circulación a baja velocidad como durante la circulación a alta velocidad mientras que suprime también una separación de borde del bandaje (BES) sin poner en contacto mutuo los cordones de una capa de fuerza del bandaje y los cordones de un bandaje.

10 En la actualidad, un bandaje usado comúnmente como miembro de refuerzo para una carcasa en un neumático radial para un coche de pasajeros, particularmente un miembro de refuerzo de para una porción de corona está constituido principalmente usando dos o más capas de bandaje, cada una de las cuales está compuesta de una capa cauchutada que contiene cordones de acero dispuestas con una inclinación con respecto a un plano ecuatorial del
 10 neumático y cruzando entre sí los cordones de acero de estas capas de bandaje.

15 Además, puede disponerse una capa de refuerzo del bandaje formada por elementos cauchutados de refuerzo como cordones de nailon o similar en un exterior del bandaje en una dirección radial del neumático para mejorar la estabilidad del neumático durante la circulación, particularmente la estabilidad durante la circulación a alta velocidad y para mejorar además la durabilidad del neumático evitando la peladura de la capa de bandaje durante la circulación a alta velocidad, particularmente la peladura causada de forma notoria en las porciones extremas de la capa de bandaje. Como
 15 estructura de la capa de refuerzo del bandaje se conoce lo que se denomina estructura de capa externa o similar. La estabilidad durante la circulación del neumático puede mejorarse disponiendo la capa de refuerzo del bandaje, que contiene los elementos de refuerzo como cordones de nailon o similares, para suprimir un aumento en el tamaño del
 20 neumático en la dirección radial durante la circulación.

También se llama la atención a la revelación del documento JP-2001-334807A, que da a conocer un neumático según el preámbulo de la reivindicación 1.

25 Sin embargo, dado que el módulo elástico en la mayoría de los cordones de fibra elástica como los cordones de nailon y similares usadas comúnmente como elemento de refuerzo de la capa de refuerzo del bandaje disminuye con el aumento de la temperatura, los neumáticos dotados con la capa de refuerzo del bandaje que contiene estos cordones de fibra orgánica de uso general como elemento de refuerzo tienen el problema de que el efecto tangencial de la capa de refuerzo del bandaje disminuye, deformándose hacia el exterior la banda de rodadura cuando aumenta la
 30 temperatura del neumático durante la circulación a alta velocidad y aumenta la fuerza centrífuga aplicada al neumático, y, por ello, cambia mucho la forma del neumático en contacto con el suelo durante la circulación a alta velocidad, perdiendo estabilidad en la circulación.

35 Por el contrario, para suprimir el cambio de la forma del neumático en contacto con el suelo durante la circulación a alta velocidad, en la capa de refuerzo del bandaje pueden usarse cordones que tengan una rigidez elevada y que no provoquen ningún debilitamiento del módulo elástico a una temperatura elevada, como los cordones de fibra de aramida y similares. Sin embargo, los cordones de rigidez elevada, como los cordones de fibra de aramida y similares, tienen un módulo elástico excesivamente elevado a temperatura ambiente, de modo que los neumáticos dotados con la capa de refuerzo del bandaje que contienen cordones de rigidez elevada como elemento de refuerzo son insuficientes en el área en contacto con el suelo durante la circulación a baja velocidad. Por lo tanto, el neumático dotado con la capa de
 40 refuerzo del bandaje que contiene como elemento de refuerzo cordones de rigidez elevada, como cordones de fibra de aramida y similares, tiene el problema de que es inferior en la estabilidad de dirección durante la circulación a baja velocidad (es decir, cuando la temperatura del neumática es baja y la fuerza centrífuga aplicada al neumático es pequeña), aunque tiene una estabilidad de dirección excelente durante la circulación a alta velocidad.

Por lo tanto, el primer objetivo de la presente invención es proporcionar un neumático radial que tenga excelentes estabilidades de dirección durante la circulación a baja velocidad y la circulación a alta velocidad.

45 Además, se usan comúnmente como cordón para neumáticos cordones que tienen una estructura de hebra doble obtenidos retorciendo dos haces de filamentos. En este caso, la resistencia del cordón a la fatiga puede mejorarse retorciendo los dos haces de filamentos para mejorar la fuerza de unión entre los filamentos. Sin embargo, dado que el cordón que tiene la estructura de doble hebra es grueso en el diámetro del cordón, cuando se usa tal cordón en la capa de refuerzo del bandaje, existe el problema de que los cordones de la capa de refuerzo del bandaje hacen contacto fácilmente con los cordones (comúnmente, cordones de acero) de la capa de bandaje, y puede provocarse fácilmente una peladura en las porciones finales del bandaje, lo que se denomina separación del borde del bandaje (BES). Además, en el caso de producir los cordones que tienen la estructura de doble hebra, se requiere emplear mucho tiempo en la etapa de torsión, por lo que el coste de procesamiento se hace elevado y existe el problema del coste de
 50 producción.

55 Por lo tanto, el segundo objetivo de la presente invención es proporcionar un neumático radial que tenga estabilidades de dirección excelentes durante la circulación a baja velocidad y la circulación a alta velocidad, pero que también suprima la separación del borde del bandaje (BES) sin que hagan contacto entre sí los cordones de la capa de refuerzo del bandaje y los cordones del bandaje.

El inventor ha realizado diversos estudios para lograr el primer objetivo y ha descubierto que cuando se usa un cordón de fibra de policetona que tiene una tensión de retracción térmica y un módulo elástico especificados como elemento de refuerzo de una capa de refuerzo del bandaje en un neumático radial dotado de la capa de refuerzo del bandaje dispuesta en el exterior del bandaje en una dirección radial, el área del neumático en contacto con el suelo durante la circulación a baja velocidad puede tener la firmeza suficiente, mejorando la estabilidad de dirección durante la circulación a baja velocidad, pero también la capa de refuerzo del bandaje desarrolla un efecto tangencial elevado durante la circulación a alta velocidad en base a la tensión de retracción térmica, mejorando la estabilidad de dirección durante la circulación a alta velocidad.

Además, el inventor ha realizado estudios adicionales para lograr el segundo objetivo y ha descubierto que cuando se usa un cordón de fibra de policetona que tiene la tensión de retracción térmica y el módulo elástico especificados y una estructura de hebra única como elemento de refuerzo de una capa de refuerzo del bandaje en un neumático radial dotado de la capa de refuerzo del bandaje dispuesta en el exterior del bandaje en una dirección radial, el área del neumático en contacto con el suelo durante la circulación a baja velocidad puede tener la firmeza suficiente, mejorando la estabilidad de dirección durante la circulación a baja velocidad, pero también de que la capa de refuerzo del bandaje desarrolla un efecto tangencial elevado durante la circulación a alta velocidad, mejorando la estabilidad de dirección durante la circulación a alta velocidad, y, además, un espacio entre capas entre el bandaje y la capa de refuerzo del bandaje puede tener la firmeza suficiente para suprimir la separación del borde del bandaje (BES) y, en consecuencia, se ha conseguido la invención.

Es decir, el neumático radial según la invención comprende un par de porciones de talón, un par de porciones de pared lateral, una porción de banda de rodadura que continúa hasta ambas porciones de la pared lateral, una carcasa que se extiende de forma toroidal entre el par de porciones de talón, un bandaje dispuesto en una porción de corona de la carcasa hacia afuera en una dirección radial del neumático y que comprende al menos dos capas de bandaje y al menos una capa de refuerzo del bandaje dispuesta sobre el bandaje hacia afuera en una dirección radial del neumático para cubrir una totalidad y/o ambas porciones extremas del bandaje y compuesto de una capa cauchutada que contiene un elemento de refuerzo sustancialmente dispuesto en paralelo a la dirección circunferencial del neumático, en el que el elemento de refuerzo que constituye la capa de refuerzo del bandaje es un cordón de fibra de policetona, que satisface las condiciones de las siguientes ecuaciones (I) y (II):

$$\sigma \geq -0,01 \times E + 1,2 \quad \dots \text{(I)}$$

$$\sigma \geq 0,02 \quad \dots \text{(II)}$$

en las que σ es una tensión de retracción térmica (cN/dtex) a 177°C; y E es un módulo elástico (cN/dtex) a 25°C bajo una carga de 49 N.

La tensión σ de retracción térmica a 177°C del cordón de fibra de policetona usado en el presente documento a una tensión generada a 177°C en el cordón cuando una muestra del cordón de fibra de policetona que tiene una longitud fija de 25 cm y sometida a un tratamiento por inmersión antes de la vulcanización es calentada a una tasa de aumento de la temperatura de 5°C/minuto, mientras que el módulo elástico E a 25°C bajo una carga de 49 N de un cordón de fibra de policetona es un módulo elástico como una unidad 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 el JIS.

En una realización preferente del neumático radial según la invención, una densidad de los cordones de fibra de policetona en la capa de refuerzo del bandaje es de 40 a 70 (cordones/50 mm).

En el neumático radial según la invención, es preferible que la capa de refuerzo del bandaje se forme envolviendo en espiral una hoja cauchutada con forma de tira que contiene uno o más elementos de refuerzo y que tiene una anchura varias veces más estrecha que la de la capa de refuerzo del bandaje en una dirección a lo ancho del neumático para que tenga una anchura predeterminada.

En el neumático radial según la invención, es preferible que el cordón de fibra de policetona usado en la capa de refuerzo del bandaje se forme retorciendo dos haces de filamentos fabricados de policetona. En este caso, es preferible que el cordón de fibra de policetona usado en la capa de refuerzo del bandaje tenga un coeficiente α de torsión de 850 a 4000 definido por la siguiente ecuación (III):

$$\alpha = T \times D^{1/2} \quad \dots \text{(III)}$$

en la que T es un número de torsión (veces/100 mm), y D es una finura total (dtex) del cordón. También es más preferible que el cordón de fibra de policetona usado en la capa de refuerzo del bandaje se forme retorciendo dos haces de filamentos de policetona que tenga una finura de 500 a 3000 dtex.

En el neumático radial según la invención es preferible, de forma alternativa, que el cordón de fibra de policetona usado en la capa de refuerzo del bandaje se forme retorciendo un haz de filamentos de policetona. En este caso, puede lograrse el segundo objetivo anterior y, en particular, puede evitarse el contacto entre los cordones en la capa de refuerzo del bandaje y los cordones del bandaje para suprimir la separación de borde del bandaje (BES) mientras se mejoran las estabilidades de dirección durante la circulación a baja velocidad y la circulación a alta velocidad. Además,

el cordón de fibra de policetona usado en la capa de refuerzo del bandaje tiene, preferentemente, un coeficiente α de torsión de 300 a 1300 definido por la siguiente ecuación (III):

$$\alpha = T \times D^{1/2} \quad \dots \text{(III)}$$

5 en la que T es un número de torsión (veces/100 mm), y D es una finura total (dtex) del cordón. Además, es más preferible que el que el cordón de fibra de policetona usado en la capa de refuerzo del bandaje se forme retorciendo un haz de filamentos de policetona que tengan una finura de 500 a 3000 dtex.

En otra realización preferente del neumático radial según la invención, la policetona sustancialmente tiene una unidad de repetición representada por la siguiente fórmula general (IV):



10 en la que A es un resto derivado de compuestos insaturados polimerizados con enlaces insaturados y puede ser igual o diferente en cada unidad de repetición. Además, es particularmente preferible que en la fórmula (IV) A sea un grupo etileno.

En el neumático radial según la invención, es preferible que el cordón de fibra de policetona tenga una reversibilidad en la que se retraiga a temperatura elevada y se estire al pasar a temperatura ambiente.

15 Según la invención, puede proporcionarse un neumático radial dotado de una capa de refuerzo del bandaje que contiene como elemento de refuerzo los cordones de fibra de policetona que tienen la tensión de retracción térmica y el módulo elástico especificados y que tiene excelentes estabilidades de dirección durante la circulación a baja velocidad y la circulación a alta velocidad.

20 Según la invención, también puede proporcionarse un neumático radial dotado de una capa de refuerzo del bandaje que contiene como elemento de refuerzo los cordones de fibra de policetona que tienen la tensión de retracción térmica y el módulo elástico especificados y una estructura de torsión simple y que tiene excelentes estabilidades de dirección durante la circulación a baja velocidad y la circulación a alta velocidad, pero que también suprime la separación del borde del bandaje (BES) sin que hagan contacto entre sí los cordones de una capa de refuerzo del bandaje y los cordones de un bandaje.

Se describirá adicionalmente la invención con referencia a uno de los dibujos adjuntos, en los que

La FIG. 1 es una vista en corte de una realización del neumático radial según la invención.

25 La FIG. 2 es una vista en corte de otra realización del neumático radial según la invención.

La FIG. 3 es una vista en corte de una realización adicional del neumático radial según la invención.

La invención se describirá en detalle en lo que sigue con referencia a los dibujos adjuntos. La FIG. 1 es una vista en corte de una realización del neumático radial según la invención y las FIGURAS 2 y 3 son vistas en corte de otras realizaciones del neumático radial según la invención.

30 El neumático radial mostrado en la FIG. 1 comprende un par de porciones 1 de talón, un par de porciones 2 de pared lateral, una porción 3 de banda de rodadura que continúa hasta ambas porciones 2 de la pared lateral, una carcasa radial 4 que se extiende de forma toroidal entre el par de porciones 1 de talón y que refuerza estas porciones 1, 2, 3, un bandaje 5 dispuesto en un exterior de una porción de corona de la carcasa 4 en una dirección radial del neumático y que comprende al menos dos capas de bandaje, una capa 6A de refuerzo del bandaje dispuesta en un exterior del bandaje 5 en la dirección radial del neumático para cubrir una totalidad del bandaje 5, y un par de capas 6B de refuerzo del bandaje dispuestas en el exterior de la capa 6A de refuerzo del bandaje en la dirección radial del neumático para cubrir ambas porciones extremas del bandaje 5.

40 La carcasa radial 4 ilustrada está compuesta de una capa de carcasa y consiste en una porción de cuerpo principal, que se extiende de forma toroidal entre un par de núcleos 7 de talón incrustados en las respectivas porciones 1 de talón, y una porción de pliegue envuelta alrededor de cada núcleo 7 de talón desde el interior al exterior en la dirección del neumático a lo ancho. En el neumático radial según la invención, el número de capas y la estructura de la carcasa radial 4 no están limitados a esto.

45 En el neumático radial ilustrado, el bandaje 5 compuesto de dos capas está dispuesto en el exterior de la porción de corona de la carcasa radial 4 en la dirección radial del neumático. La capa de bandaje está compuesta comúnmente de una capa cauchutada que contiene cordones que se extienden con una inclinación con respecto a un plano ecuatorial del neumático, preferentemente una capa cauchutada de cordones de acero. Además, las dos capas de bandaje están apiladas para que se entrecrucen los cordones que constituyen las capas de bandaje con respecto al plano ecuatorial

del neumático, para constituir con ello el bandaje 5. El bandaje 5 ilustrado está compuesto de dos capas de bandaje, pero el número de capas de bandaje que constituyen puede ser de tres o más en el neumático radial según la invención.

5 En el neumático radial según la invención, cada una de las capas 6A, 6B de refuerzo del bandaje está compuesta de una capa cauchutada que contiene los elementos de refuerzo dispuestos sustancialmente en paralelo con la dirección circunferencial del neumático, en la que se requiere que el elemento de refuerzo sea el cordón de fibra de policetona mencionado más tarde.

10 En el neumático radial mostrado en la FIG. 1, la capa única 6A de refuerzo del bandaje, que cubre la totalidad del bandaje 5, y la capa única 6B de refuerzo del bandaje, que cubre cada una de las porciones extremas del bandaje 5, están dispuestas en el exterior del bandaje 5 en la dirección radial del neumático, pero el número en cada una de la capa 6A de refuerzo del bandaje y de la capa 6B de refuerzo del bandaje puede ser de dos o más.

15 El neumático radial según la invención no está limitado en particular, con la condición de que comprenda una o más capas de refuerzo del bandaje en el exterior del bandaje 5 en la dirección radial del neumático. Por ejemplo, son realizaciones preferentes del neumático radial según la invención una realización en la que solo la capa 6A de refuerzo del bandaje, que cubre la totalidad del bandaje 5, está dispuesta en el exterior del bandaje 5 en la dirección radial del neumático, tal como se muestra en la FIG. 2, y una realización en la que solo las capas 6B de refuerzo del bandaje, que cubren ambas porciones extremas del bandaje 5, están dispuestas en el exterior del bandaje 5 en la dirección radial del neumático, tal como se muestra en la FIG. 3. La capa 6A de refuerzo del bandaje en la FIG. 2 está compuesta de una capa, y las capas 6B de refuerzo del bandaje en la FIG. 3 están compuestas de dos capas, pero el número de las capas 20 6A, 6B de refuerzo del bandaje no están limitadas a esto.

En el neumático radial según la invención, se requiere que el elemento de refuerzo que constituye las capas 6A, 6B de refuerzo del bandaje sea el cordón de fibra de policetona que satisface las condiciones de las siguientes ecuaciones (I) y (II):

$$\sigma \geq -0,01 \times E + 1,2 \quad \dots (I)$$

$$\sigma \geq 0,02 \quad \dots (II)$$

25 en las que σ es una tensión de retracción térmica (cN/dtex) a 177°C; y E es un módulo elástico (cN/dtex) a 25°C bajo una carga de 49 N. La estructura de torsión del cordón de fibra de policetona no está limitada en particular, y como cordón de fibra de policetona pueden usarse, por ejemplo, un cordón de fibra de policetona formado retorciendo dos haces de filamentos de policetona y un cordón de fibra de policetona formado retorciendo un haz de filamentos de policetona.

30 Dado que el cordón de fibra de policetona tiene una elevada tensión de retracción térmica a alta temperatura, aunque se disponga el cordón de fibra de policetona en el neumático para garantizar un área suficiente de contacto con el suelo durante la circulación a baja velocidad, se genera una tensión de retracción térmica suficiente en el cordón cuando la temperatura del neumático asciende durante la circulación a alta velocidad, con lo que las capas 6A, 6B de refuerzo del bandaje desarrollan un efecto tangencial suficiente como para suprimir la deformación de la banda de rodadura hacia el exterior debida a la fuerza centrífuga. Por lo tanto, pueden establecerse simultáneamente la estabilidad de dirección 35 durante la circulación a baja velocidad y la estabilidad de dirección durante la circulación a alta velocidad usando el cordón de fibra de policetona que satisface las ecuaciones (I) y (II). Cuando se usa un cordón de fibra habitual, no pueden establecerse la estabilidad de dirección durante la circulación a baja velocidad y la estabilidad de dirección durante la circulación a alta velocidad, porque hay una relación contradictoria entre ellas. Ambas estabilidades de dirección puede ser establecidas por vez primera usando el cordón de fibra de policetona que satisface las ecuaciones 40 (I) y (II).

En la invención, la ecuación (I) se deduce según se describe más abajo teniendo en cuenta los rendimientos del neumático. Como fuerzas que suprimen un cambio de la forma del neumático durante la circulación a alta velocidad existen una resistencia F1 desarrollada pasivamente por la capa de refuerzo del bandaje contra una aportación exterior de energía (por ejemplo, la fuerza centrífuga y la tensión) y una resistencia F2 desarrollada activamente por la capa de 45 refuerza del bandaje debido a la generación de calor. Es decir, se requiere que una suma de F1 y F2 esté por encima de cierto nivel para suprimir de manera efectiva el cambio de la forma del neumático durante la circulación a alta velocidad. Cuando las relaciones contributivas de F1 y F2 son, respectivamente, β y γ (siendo $\beta > 0$ y $\gamma > 0$), se deduce la siguiente ecuación:

$$\beta \times F1 + \gamma \times F2 > \delta$$

50 (en la que δ es un valor estándar basado en el tamaño o una velocidad del neumático y $\delta > 0$). En este caso, un factor principalmente dominante de F1 incluye una rigidez EC del cordón en la capa de refuerzo del bandaje, mientras que un factor principalmente dominante de F2 incluye una tensión HF de retracción térmica del cordón en la capa de refuerzo del bandaje. Sustituyendo EC por F1 y HF por F2 en la anterior ecuación, se deduce la siguiente ecuación:

$$HF > -\beta/\gamma \times EC + \delta/\gamma$$

5 Cuando la tensión σ de retracción térmica a 177°C del cordón se usa como HF y el módulo elástico E a 25°C bajo una carga de 49 N del cordón se usa como EC, se requiere que la tensión σ de retracción térmica esté en un dominio superior del gradiente $(-\beta/\gamma) \times$ módulo elástico E + intersección (δ/γ) . El inventor ha estudiado y descubierto que cuando el gradiente $(-\beta/\gamma)$ es -0,01 y la intersección (δ/γ) es 1,2, o cuando la tensión σ de retracción térmica y el módulo elástico E satisfacen la relación de la ecuación (I), se suprime de manera efectiva el cambio de la forma del neumático durante la circulación a alta velocidad.

10 Cuando el cordón usado no satisface la relación de la ecuación (I), cuando se usa un cordón que tiene una tensión σ elevada de retracción térmica pero un módulo elástico E reducido, disminuye el efecto tangencial de la capa de refuerzo del bandaje durante la circulación a alta velocidad, mientras que cuando se usa un cordón que tiene un módulo elástico E elevado pero una tensión σ reducida de retracción térmica, no puede garantizarse suficientemente el área de contacto del neumático con el suelo durante la circulación a baja velocidad. Por lo tanto, las estabilidades de dirección durante la circulación a baja velocidad y la circulación a alta velocidad no pueden mejorar simultáneamente en ambos casos.

15 Además, cuando el cordón usado no satisface la relación de la ecuación (II), dado que la tensión σ de retracción térmica es demasiado pequeña a temperatura elevada, es decir, durante la circulación a alta velocidad, si el cordón está dispuesto para garantizar el área de contacto con el suelo durante la circulación a baja velocidad, el efecto tangencial de las capas 6A, 6B de refuerzo del bandaje es insuficiente y el talón se deforma hacia el exterior para cambiar en gran medida la forma del contacto con el suelo y, por ende, se deteriora la estabilidad de dirección del neumático durante la circulación a alta velocidad, mientras que si el cordón está dispuesto de modo que las capas 6A, 6B de refuerzo del bandaje puedan desarrollar suficientemente el efecto tangencial durante la circulación a alta velocidad, no puede garantizarse suficientemente el área de contacto con el suelo durante la circulación a baja velocidad y, por ende, se deteriora la estabilidad de dirección del neumático durante la circulación a baja velocidad.

20 Preferentemente, el cordón de fibra de policetona tiene una tensión σ de retracción térmica a 177°C de no más de 1,5 cN/dtex. Cuando la tensión σ de retracción térmica a 177°C del cordón de fibra de policetona supera los 1,5 cN/dtex, la fuerza de retracción durante la vulcanización se hace excesivamente grande y, en consecuencia, se provocan el desorden de los cordones y la desorganización del caucho dentro del neumático, produciendo deterioros de la durabilidad y la uniformidad. Además, más preferentemente, el cordón de fibra de policetona tiene una tensión σ de retracción térmica a 177°C de no más de 1,30 cN/dtex; aún más preferentemente, de no más de 0,90 cN/dtex de cara a evitar que los cordones del bandaje hagan contacto con los cordones de fibra de policetona en la capa de refuerzo del bandaje durante la vulcanización de un neumático no vulcanizado para suprimir el deterioro de la durabilidad del neumático. Además, preferentemente, el cordón de fibra de policetona tiene una tensión σ de retracción térmica a 177°C de no menos de 0,05 cN/dtex; más preferentemente, de no menos de 0,15 cN/dtex; aún más preferentemente, de más de 0,4 cN/dtex de cara a suprimir suficientemente la deformación de la banda de rodadura hacia el exterior durante la circulación a alta velocidad. Además, preferentemente, el cordón de fibra de policetona tiene un módulo elástico E a 25°C bajo una carga de 49 N de no menos de 60 cN/dtex; más preferentemente, de no menos de 100 cN/dtex de cara a suprimir suficientemente la deformación de la banda de rodadura hacia el exterior durante la circulación a alta velocidad.

40 De cara a evitar que los cordones de las capas 6A, 6B de refuerzo del bandaje hagan contacto con los cordones del bandaje 5 para suprimir la separación del borde del bandaje (BES), el cordón de fibra de policetona usado en las capas 6A, 6B de refuerzo del bandaje se forma, preferentemente, retorciendo un haz de filamentos de policetona. Cuando el cordón de fibra de policetona es un cordón formado retorciendo un haz de filamentos de policetona, es posible evitar que el diámetro del cordón sea grueso. Por lo tanto, cuando se usa el cordón de fibra de policetona formado retorciendo un haz de filamentos de policetona como elemento de refuerzo en las capas 6A, 6B de refuerzo del bandaje, puede garantizarse suficientemente que el espacio entre capas entre el bandaje 5 y las capas 6A, 6B de refuerzo del bandaje evite que los cordones del bandaje 5 hagan contacto con los cordones de las capas 6A, 6B de refuerzo del bandaje, y, por ende, que puede suprimirse la separación del borde del bandaje (BES). En general, cuando se usa un cordón que tiene una elasticidad elevada en las capas 6A, 6B de refuerzo del bandaje, es difícil asegurar el espacio entre capas entre el bandaje 5 y las capas 6A, 6B de refuerzo del bandaje, pero es posible asegurar el espacio entre capas usando el cordón formado retorciendo un haz de filamentos de policetona que tenga una elasticidad elevada.

50 En las capas 6A, 6B de refuerzo del bandaje del neumático radial según la invención, la densidad del cordón de fibra de policetona está preferentemente en un intervalo de 40 a 70 (cordones/50 mm). Cuando la densidad del cordón de fibra de policetona en la capa de refuerzo del bandaje es menor de 40 (cordones/50 mm), el rendimiento del refuerzo del bandaje de la capa de refuerzo del bandaje se vuelve pequeño. Cuando la densidad del cordón de fibra de policetona en la capa de refuerzo del bandaje supera 70 (cordones/50 mm), aumenta el peso del neumático, pero la rigidez del cordón cauchutado también se vuelve excesivamente elevada a temperatura ambiente, y el área de contacto con el suelo durante la circulación a baja velocidad se vuelve pequeña en el caso en que el cordón de fibra de policetona se forma retorciendo dos haces de filamentos de policetona, mientras que la rigidez del cordón cauchutado se vuelve excesivamente elevada y el bandaje entra fácilmente en contacto con la capa de refuerzo del bandaje debido a la expansión durante la vulcanización del neumático y la tensión de retracción térmica, causando BES en el caso en el que el cordón de fibra de policetona se forma retorciendo un haz de filamentos de policetona.

Cuando el cordón de fibra de policetona usado en las capas 6A, 6B de refuerzo del bandaje se forma retorciendo dos haces de filamentos de policetona, es preferible que el cordón de fibra de policetona tenga un coeficiente α de torsión de 850 a 4000, definido por la siguiente ecuación (III):

$$\alpha = T \times D^{1/2} \quad \dots \text{(III)}$$

5 en la que T es un número de torsión (veces/100 mm), y D es una finura total (dtex) del cordón. Cuando el coeficiente α de torsión del cordón de fibra de policetona es menor de 850, no puede garantizarse suficientemente la tensión de retracción térmica, mientras que cuando supera 4000, no puede garantizarse suficientemente el módulo elástico (es decir, el rendimiento de refuerzo del bandaje es pequeño).

10 Además, cuando el cordón de fibra de policetona usado en las capas 6A, 6B de refuerzo del bandaje se forma retorciendo dos haces de filamentos de policetona, es también preferible que el cordón de fibra de policetona se forme retorciendo dos haces de filamentos de policetona que tengan una finura de 500 a 3000 dtex. Cuando la finura del haz de filamentos usados en el cordón de fibra de policetona es menor de 500 dtex, tanto el módulo elástico como la tensión de retracción térmica son insuficientes, mientras que cuando supera 3000 dtex, el diámetro del cordón se vuelve grueso y la densidad no puede hacerse densa.

15 Por otra parte, cuando el cordón de fibra de policetona usado en las capas 6A, 6B de refuerzo del bandaje se forma retorciendo un haz de filamentos de policetona, es preferible que el cordón de fibra de policetona tenga un coeficiente α de torsión de 300 a 1300, definido por la siguiente ecuación (III):

$$\alpha = T \times D^{1/2} \quad \dots \text{(III)}$$

20 en la que T es un número de torsión (veces/100 mm), y D es una finura total (dtex) del cordón. Cuando el coeficiente α de torsión del cordón de fibra de policetona es menor de 300, no puede desarrollarse suficientemente la tensión de retracción térmica, mientras que cuando supera 1300, no puede desarrollarse suficientemente el módulo elástico (es decir, el rendimiento de refuerzo del bandaje es pequeño).

25 Además, cuando el cordón de fibra de policetona usado en las capas 6A, 6B de refuerzo del bandaje se forma retorciendo un haz de filamentos de policetona, es también preferible que el cordón de fibra de policetona se forme retorciendo un haz de filamentos de policetona que tengan una finura de 500 a 3000 dtex. Cuando la finura del haz de filamentos usados en el cordón de fibra de policetona es menor de 500 dtex, no puede desarrollarse suficientemente la tensión de retracción térmica (es decir, el rendimiento de refuerzo del bandaje es pequeño), mientras que cuando supera 3000 dtex, el módulo elástico y la tensión de retracción térmica por cordón se hacen excesivamente elevados, provocando el contacto de los cordones de la capa de refuerzo del bandaje con los cordones de la capa de bandaje.

30 Preferentemente, el cordón de fibra de policetona usado en las capas 6A, 6B de refuerzo del bandaje tiene una reversibilidad de retracción a temperatura elevada y un estiramiento al pasar a temperatura ambiente. En este caso, los cordones de fibra de policetona en la capa de refuerzo del bandaje se retraen para desarrollar el suficiente efecto tangencial a una temperatura elevada o durante la circulación a alta velocidad, y, por ende, puede suprimirse suficientemente la deformación hacia afuera, mientras que los cordones de fibra de policetona en la capa de refuerzo del bandaje se estiran a baja temperatura o durante la circulación a baja velocidad, y, por ende, puede garantizarse suficientemente el área de contacto con el suelo. Además, usando un cordón reversible de fibra de policetona que tiene una diferencia entre las tensiones de retracción térmica a 20°C y 177°C de no menos de 0,20 cN/dtex, preferentemente de no menos de 0,25 cN/dtex, pueden establecerse simultáneamente los efectos durante la circulación normal y la circulación a alta velocidad.

40 Se requiere que el elemento de refuerzo que constituye la capa de refuerzo del bandaje en el neumático radial según la invención sea el cordón de fibra de policetona que satisfaga las condiciones de las ecuaciones (I) y (II). Es preferible que la policetona, que es la materia prima del cordón de fibra de policetona, sea una policetona que sustancialmente tenga una unidad de repetición representada por la fórmula (IV). Además, entre las policetonas, es preferible una policetona en la que no menos del 97% molar de las unidades de repetición es 1-oxotrimetileno $[-CH_2-CH_2-CO-]$, es más preferible una policetona en la que no menos del 99% molar es 1-oxotrimetileno, y lo más preferible es una policetona en la que el 100% molar es 1-oxotrimetileno.

45 En la policetona, como materia prima del cordón de fibra de policetona, los grupos cetona pueden estar parcialmente ligados entre sí, los restos derivados del compuesto insaturado pueden estar ligados entre sí, pero es preferible que una proporción de la disposición alternativa del resto derivado del compuesto insaturado y el grupo cetona no sea menor del 90% en masa, más preferible de no menos del 97% en masa, y lo más preferible es que sea del 100% en masa.

50 Lo más preferible es que el compuesto insaturado que forma A en la fórmula (IV) sea etileno, y puede ser un hidrocarburo insaturado distinto del etileno, como propileno, buteno, penteno, ciclopenteno, hexeno, ciclohexeno, hepteno, octeno, noneno, deceno, dodeceno, estireno, acetileno, aleno o similar; un compuesto que contenga un enlace insaturado, 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 sulfonilfosfónico, estirenosulfonato de sodio, alilsulfonato de sodio, vinilpirrolidona, cloruro de vinilo o similar; etcétera.

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

en la que t es un tiempo de paso de hexafluoroisopropanol que tenga una pureza de no menos del 98% a 25°C a través

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

5 de un tubo de viscosidad, y T es un tiempo de paso de una solución diluida de policetona disuelta en hexafluoroisopropanol a 25°C a través del tubo de viscosidad; y C es una masa (g) de un soluto en 100 mL de la solución diluida; está dentro de un intervalo de 1 a 20 dL/g, más preferentemente de 2 a 10 dL/g, aún más preferentemente de 3 a 8 dL/g. Cuando la viscosidad límite es menor de 1 dL/g, el peso molecular es demasiado pequeño y demasiado difícil de obtener un cordón de fibra de policetona de alta resistencia, pero también se provocan a menudo problemas como cardado, rotura y similares en las etapas de hilatura, secado y estirado. Cuando la viscosidad límite supera 20 dL/g, la síntesis del polímero lleva mucho tiempo y resulta costosa, pero también es difícil disolver uniformemente el polímero, que puede afectar adversamente la capacidad de hilatura y las propiedades.

15 Preferentemente, los procedimientos para formar la fibra de policetona son (1) un procedimiento que comprende las etapas de hilar una fibra no estirada y someterla a un estirado por calor en múltiples etapas en el que se lleva a cabo un estirado final en la etapa de estirado por calor en múltiples etapas a una temperatura especificada y una relación de estiraje, y (2) un procedimiento que comprende las etapas de hilar una fibra no estirada, someterla a un estirado por calor y, a continuación, apagarla bajo una tensión elevada. Formando la fibra de policetona mediante el procedimiento (1) o (2), pueden obtenerse los filamentos deseables adecuados para la producción del cordón de fibra de policetona.

20 El procedimiento para hilar la fibra de policetona no estirada no está limitado en particular, pero puede adoptar los procedimientos conocidos de forma convencional. Concretamente, se mencionan un procedimiento de hilatura en mojado que usa un disolvente orgánico como hexafluoroisopropanol, m-cresol o similar, tal como se da a conocer en los documentos JP-A-H02-112413, JP-A-H04-228613 y JP-A-H04-505344, y un procedimiento de hilatura en mojado que usa una solución acuosa de sal de cinc, sal de calcio, tiocianato, sal de hierro o similar, tal como se da a conocer en los documentos WO99/18143, WO00/09611, JP-A-2001-164422, JP-A-2004-218189 y JP-A-2004-285221. Entre ellos, es preferible el procedimiento de hilatura en mojado que usa una solución acuosa de sal.

25 En el procedimiento de hilatura en mojado que usa el disolvente orgánico, se disuelve el polímero de policetona en hexafluoroisopropanol, m-cresol o similar a una concentración del 0,25 al 20% en masa y se extruye por una tobera de hilatura para formar una fibra, y, acto seguido, se elimina el disolvente en un baño no disolvente de tolueno, etanol, isopropanol, n-hexano, isooctano, acetona, cetona metilética o similar, por lo que la fibra de policetona no estirada puede ser obtenida después del lavado.

30 En el procedimiento de hilatura en mojado que usa la solución acuosa de sal, se disuelve el polímero de policetona en una solución acuosa de sal de cinc, sal de calcio, tiocianato, sal de hierro o similar a una concentración del 2 al 30% en masa y se extruye por una tobera de hilatura en un baño de coagulación a entre 50 y 130°C para llevar a cabo una hilatura en gel y luego se desala y se seca para obtener la fibra de policetona no estirada. 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 alcalino térreo. En el baño de coagulación puede usarse agua, una solución acuosa de una sal metálica o un disolvente orgánico, como la acetona, el metanol o similar.

40 Preferentemente, el procedimiento para estirar la fibra no estirada es un procedimiento de estirado por calor en el que la fibra no estirada es estirada calentando hasta una temperatura mayor que la temperatura de transición vítrea de la fibra no estirada. Además, el estirado de la fibra no estirada en el anterior procedimiento (2) puede llevarse a cabo en una etapa, pero es preferible realizar un estirado en múltiples etapas. El procedimiento de estirado por calor no está limitado en particular, y puede adoptar un procedimiento de hacer discurrir la fibra, por ejemplo, por un rodillo térmico o una plancha térmica, etcétera. En este momento, la temperatura de estirado por calor está preferentemente dentro de un intervalo de 110°C a (un punto de fusión de la policetona), y la relación total de estirado es preferentemente de no menos de 10 veces.

45 Cuando la formación de la fibra de policetona se realiza por medio del procedimiento (1), la temperatura en la etapa final de estirado del estiramiento de múltiples etapas está preferentemente dentro de un intervalo de 110°C a (una temperatura de estirado en la etapa de estirado inmediatamente antes de la etapa final de estirado -3°C), y la relación de estirado en la etapa final de estirado está preferentemente dentro de un intervalo de 1,01 a 1,5 veces. Por otra parte, cuando la formación de la fibra de policetona se realiza por medio del procedimiento (2), la tensión aplicada a la fibra después del estirado por calor está preferentemente dentro de un intervalo de 0,5 a 4 cN/dtex, y la tasa de enfriamiento en el apagado es preferentemente de no menos de 30°C/segundo, y la temperatura del extremo de enfriamiento en el apagado es preferentemente no superior a 50°C. El procedimiento de apagado de la fibra de policetona estirada por calor no está limitado en particular, y puede adoptar los procedimientos conocidos convencionalmente. Concretamente, es preferible un procedimiento de enfriamiento usando un rodillo. Además, la fibra de policetona así obtenida es excelente en la retención de la deformación elástica, de modo que es preferible que la fibra sea sometida normalmente a un tratamiento térmico de relajación para hacer la longitud de la fibra más corta que la longitud de la fibra después del

estirado por calor. En este momento, la temperatura del tratamiento térmico de relajación está preferentemente dentro de un intervalo de 50 a 100°C y la relación de relajación está preferentemente dentro de un intervalo de 0,980 a 0,999.

El procedimiento de producción del cordón de fibra de policetona no está limitado en particular. Cuando el cordón de fibra de policetona es una estructura formada retorciendo dos haces de filamentos de policetona o una estructura de hebra doble, puede obtenerse un cordón retorcido, por ejemplo, torsionando en capas los haces de filamentos de policetona, combinando dos haces y luego torsionándolos en cables en dirección opuesta. Por otra parte, cuando el cordón de fibra de policetona es una estructura formada retorciendo un haz de filamentos de policetona o una estructura de una sola hebra, puede obtenerse como un cordón retorcido, por ejemplo, alineando y retorciendo el haz de filamentos de policetona en una dirección.

Los cordones de fibra de policetona así obtenidos son cauchutados para obtener un compuesto de cordón/caucho usado en las capas 6A, 6B de refuerzo del bandaje. El caucho del revestimiento para el cordón de fibra de policetona no está limitado en particular, y puede usarse un caucho de revestimiento usando en una capa convencional de refuerzo del bandaje. Además, el cordón de fibra de policetona puede ser tratado con un adhesivo para mejorar la adherencia con el caucho del revestimiento antes del cauchutado de los cordones de fibra de policetona.

El neumático radial según la invención puede ser producido aplicado el compuesto de cordón/caucho anteriormente mencionado, que se forma cauchutando el cordón de fibra de policetona, a las capas 6A, 6B de refuerzo del bandaje según un procedimiento habitual. En el neumático radial según la invención, como gas de inflado del neumático puede usarse aire normal o aire que tenga una presión regulada con parte de oxígeno, pero también gases inertes como nitrógeno, argón, helio, etcétera.

En la producción del neumático radial según la invención, es preferible que cada una de las capas 6A, 6B de refuerzo del bandaje esté formada envolviendo en espiral la hoja cauchutada con forma de tira que contiene uno o más elementos de refuerzo y que tiene una anchura varias veces más estrecha que la de las capas 6A, 6B de refuerzo del bandaje que ha de estar dispuesta en una dirección a lo ancho del neumático para que tenga una anchura predeterminada. Cuando las capas 6A, 6B de refuerzo del bandaje envolviendo continuamente y en espiral la hoja con forma de tira, no se forma una porción de junta en la dirección circunferencial del neumático, y el bandaje 5 puede ser reforzado de manera uniforme.

Los ejemplos siguientes se dan como ilustración de la invención y no se plantean como limitaciones de la misma.

Se preparan neumáticos radiales que tienen un tamaño de neumático de 235/55R15 y una estructura mostrada en la FIG. 2 según el procedimiento habitual. Estos neumáticos objeto de ensayo son similares entre sí salvo en el cordón usado en la capa de refuerzo del bandaje, en la que el bandaje de cada neumático de ensayo está compuesto de dos capas de bandaje de acero, y la capa de bandaje situada en el interior del neumático en la dirección radial tiene una anchura de 200 mm, y la capa de bandaje situada en el exterior del neumático en la dirección radial tiene una anchura de 190 mm. Además, la capa 6A de refuerzo del bandaje, adyacente al bandaje y que cubre la totalidad del bandaje, está dispuesta de modo que se extiende desde cada uno de los bordes del bandaje 10 mm hacia afuera en la dirección a lo ancho del neumático.

Además, la capa de refuerzo del bandaje del neumático de ensayo se produce envolviendo en espiral (helicoidalmente) la hoja cauchutada con forma de tira que contiene cordones fabricados de un material mostrado en la Tabla 1 en el exterior del bandaje en la dirección radial del neumático para estar sustancialmente dispuestos en paralelo a la dirección circunferencial. El cordón usado se fabrica torsionando en capas hilos crudos, cada uno de los cuales tiene una finura predeterminada, combinando dos hilos, después torsionándolos en cables. Con respecto a los neumáticos de ensayo resultantes, el área de contacto con el suelo, las estabilidades de dirección durante la circulación a baja velocidad y la circulación a alta velocidad y el grado de deformación de la banda de rodadura hacia el exterior, se miden según los procedimientos siguientes. Los resultados se muestran en la Tabla 1.

(1) Área de contacto con el suelo

El neumático se infla con una presión interna de $1,7 \text{ kg/cm}^2$ ($1,67 \times 10^5 \text{ Pa}$) y se recubre con una tinta y se ejerce fuerza con él contra un papel de Kent bajo una carga especificada por JATMA o JIS para obtener una huella. El área de contacto con el suelo se calcula a partir de la huella.

(2) Estabilidades de dirección durante la circulación a baja velocidad y la circulación a alta velocidad

El neumático de ensayo, regulado para que tenga una presión interna de $1,7 \text{ kg/cm}^2$ ($1,67 \times 10^5 \text{ Pa}$), se coloca en un tambor que tiene un diámetro exterior de 3000 mm, y luego se lo hace circular durante 30 minutos, a una velocidad predeterminada bajo una carga especificada por JATMA o JIS en base al tamaño del neumático y la presión interna, y después la presión interna vuelve a regularse a $1,7 \text{ kg/cm}^2$ sin carga, y se realizan continuamente ángulos de deriva en el tambor hasta más y menos 14° bajo la carga predeterminada de nuevo a la velocidad predeterminada. Se miden las fuerzas laterales (FL) en cada uno de los ángulos positivos y negativos y se determina una aceleración lateral (valor A_l) según la siguiente ecuación:

$$A_i (\text{kg/grado}) = \frac{FL(1^\circ)(\text{kg}) + FL(2^\circ)(\text{kg})/2 + FL(3^\circ)(\text{kg})/3 + FL(4^\circ)(\text{kg})/4}{4^\circ}$$

Además, los índices se calculan dividiendo el valor de A_i de cada neumático de ensayo sobre la base de que los índices del neumático que usa nailon (es decir, el Ejemplo comparativo 1 en la Tabla 1 y el Ejemplo comparativo 5 en la Tabla 2) son 100. Cuanto mayor es el valor del índice, mejor es la estabilidad de dirección.

5 3) Grado de deformación de la banda de rodadura hacia el exterior

Se mide y se determina mediante disparo fotográfico el grado de deformación de la porción extrema de la banda de rodadura hacia el exterior a una velocidad de 200 km/h bajo una presión interna de 1,7 kg/cm² y una carga especificada por JATMA o JIS. Además, se evalúa una diferencia entre el grado de deformación hacia el exterior a 40 km/h como condición estándar y el grado de deformación hacia el exterior a 200 km/h.

10

Tabla 1

		Ejemplo comparativo 1	Ejemplo comparativo 2	Ejemplo comparativo 3	Ejemplo comparativo 4	Ejemplo 1	Ejemplo 2	Ejemplo 3	Ejemplo 4
Material de cordón para la capa de refuerzo del bandaje	-	Nailon	Aramida	Policetona *2	Policetona *2	Policetona *1	Policetona *1	Policetona *1	Policetona *1
Estructura de del cordón que va a examinarse	dtex	1400/2	1670/2	1670/2	1670/2	1670/2	1670/2	1100/2	1100/2
Número de vueltas de capa x Número de vueltas de cable	vueltas/100 mm	26 x 26	39 x 39	47 x 47	15 x 15	15 x 15	39 x 39	19 x 19	47 x 47

(cont.)

		Ejemplo comparativo 1	Ejemplo comparativo 2	Ejemplo comparativo 3	Ejemplo comparativo 4	Ejempl o 1	Ejempl o 2	Ejempl o 3	Ejempl o 4
Módulo elástico E del cordón a 25°C bajo una carga de 49 N	cN/dtex	38	159	41	72	174	145	168	143
Tensión σ de retracción térmica del cordón calentado a 177°C	cN/dtex	0,17	0,00	0,28	0,16	0,23	0,51	0,22	0,50
Densidad de los cordones	cordones/50 mm	50	50	50	50	50	50	50	50
Coefficiente α de torsión del cordón	-	1376	2254	2847	867	867	2254	891	2204
Área de contacto con el suelo a temperatura ambiente	cm ²	240	198	240	238	232	240	236	243
Estabilidad de dirección durante la circulación a baja velocidad (40 km/h)	índice	100	72	98	102	94	102	98	104
Estabilidad de dirección durante la circulación a alta velocidad (180 km/h)	índice	100	131	104	99	123	145	127	139
Grado de deformación de la banda de rodadura hacia el exterior durante la circulación a 180 km/h	mm	8	0	6	6	0	0	0	0

		Ejemplo comparativo o 1	Ejemplo comparativo o 2	Ejemplo comparativo o 3	Ejemplo comparativo o 4	Ejempl o 1	Ejempl o 2	Ejempl o 3	Ejempl o 4
<p>*1 Policetona en la que aproximadamente el 100% de la misma tiene la unidad de repetición representada por la fórmula (IV) y no menos del 97% molar de las unidades de repetición es 1-oxotrimetileno.</p> <p>*2 Policetona que tiene la unidad de repetición representada por la fórmula (IV), en la que A es principalmente un grupo etileno (que contiene aproximadamente un 6% de propileno).</p>									

5 Como se aprecia en la Tabla 1, los neumáticos de los Ejemplos que usan el cordón de fibra de policetona que satisface las fórmulas (I) y (II) como elemento de refuerzo en la capa de refuerzo del bandaje tienen un área de contacto con el suelo grande a temperatura ambiente, de modo que tienen una excelente estabilidad de dirección durante la circulación a baja velocidad. Además, suprimen la deformación de la banda de rodadura hacia el exterior bajo circulación a alta velocidad, de modo que también tienen una excelente estabilidad de dirección durante la circulación a alta velocidad.

10 Por otra parte, el neumático del Ejemplo comparativo 1 que usa cordón de nailon como elemento de refuerzo en la capa de refuerzo del bandaje tiene una deformación grande de la banda de rodadura hacia el exterior durante la circulación a alta velocidad, de modo que la estabilidad de dirección durante la circulación a alta velocidad es inferior a las de los Ejemplos. Además, el neumático del Ejemplo comparativo 2 que usa el cordón de aramida como elemento de refuerzo en la capa de refuerzo del bandaje tiene un área de contacto con el suelo pequeña a temperatura ambiente, de modo que la estabilidad de dirección durante la circulación a baja velocidad es inferior a las del Ejemplo comparativo 1 y a las de los Ejemplos.

15 Además, se preparan neumáticos radiales que tienen un tamaño de neumático de 205/65R15 y una estructura mostrada en la FIG. 1 según el procedimiento habitual. Estos neumáticos objeto de ensayo son similares entre sí salvo en el cordón usado en la capa de refuerzo del bandaje, en la que el bandaje de cada neumático de ensayo está compuesto de dos capas de bandaje de acero, y la capa de bandaje situada en el interior del neumático en la dirección radial tiene una anchura de 160 mm, y la capa de bandaje situada en el exterior del neumático en la dirección radial tiene una anchura de 150 mm. Además, la capa 6A de refuerzo del bandaje, adyacente al bandaje y que cubre la totalidad del bandaje, está dispuesta de modo que se extiende desde cada uno de los bordes del bandaje 5 mm hacia afuera en la dirección a lo ancho del neumático, y, además, las capas 6B de refuerzo del bandaje, que cubren solo ambas porciones extremas del bandaje, están dispuestas sobre la capa 6A de refuerzo del bandaje en el exterior en la dirección radial del neumático sobre una anchura de 25 mm desde la porciones extremas de la capa 6A de refuerzo del bandaje en el interior en la dirección a lo ancho del neumático, respectivamente.

25 Además, la capa de refuerzo del bandaje del neumático de ensayo se produce envolviendo en espiral (helicoidalmente) la hoja cauchutada con forma de tira que contiene cordones fabricados de un material mostrado en la Tabla 2 en el exterior del bandaje en la dirección radial del neumático para estar sustancialmente dispuestos en paralelo a la dirección circunferencial. El cordón usado se fabrica torsionando en capas hilos crudos, cada uno de los cuales tiene una finura predeterminada, combinando dos hilos, y después torsionándolos en cables en el caso de una estructura de doble hebra. Con respecto a los neumáticos de ensayo resultantes, el área de contacto con el suelo, las estabildades de dirección durante la circulación a baja velocidad y la circulación a alta velocidad y el grado de deformación de la banda de rodadura hacia el exterior, se miden según los procedimientos mencionados anteriormente, y, además, el espacio entre capas entre el bandaje y la capa de refuerzo del bandaje, y la durabilidad a la separación del borde del bandaje se miden según los procedimientos siguientes. Los resultados se muestran en la Tabla 2.

35 4) Espacio entre capas entre el bandaje y la capa de refuerzo del bandaje

Se corta el neumático en la dirección a lo ancho y se miden las distancias más cortas entre los cordones primero y quinto del bandaje desde el exterior en la dirección a lo ancho de la capa de bandaje situada en el exterior en la dirección radial en su sección y los cordones exteriores (cordones de la capa 6A de refuerzo del bandaje), y se calcula una media de los cinco cordones.

40 5) Durabilidad a la separación del borde del bandaje (BES)

45 Se montan en un vehículo cuatro neumáticos iguales y se circula de hecho en una carretera normal una distancia de 20000 km, y después se desmontan del mismo y se cortan para medir una longitud circunferencial de una porción que cause la separación en las porciones extremas del bandaje. Se determinan índices dividiendo con la longitud de la separación de cada neumático sobre la base de que un índice del neumático que usa nailon (es decir, el Ejemplo comparativo 5) es 100. Cuanto mayor es el valor del índice, mayor y mejor es la durabilidad BES.

Tabla 2

		Ejemplo comparativo 5	Ejemplo comparativo 6	Ejemplo comparativo 7	Ejemplo comparativo 8	Ejemplo comparativo 9	Ejemplo 5	Ejemplo 6	Ejemplo 7
Material de cordón para la capa de refuerzo del bandaje	-	Nailon	Aramida	Policetona *1	Policetona *2	Policetona *2	Policetona *2	Policetona *1	Policetona *1
Estructura de del cordón que va a examinarse	dtex	1400/2	1670/2	1670/2	1670/1	1670/1	1670/1	1670/1	1100/1
Número de vueltas (Número de vueltas de capa x Número de vueltas de cable)	vuelta s/ 100 mm	26 x 26	39 x 39	15 x 15	16	24	16	24	29
Módulo elástico E del cordón a 25°C bajo una carga de 49 N	cN/dtex	38	159	174	66	53	138	124	123

(cont.)

		Ejemplo comparativo 5	Ejemplo comparativo 6	Ejemplo comparativo 7	Ejemplo comparativo 8	Ejemplo comparativo 9	Ejemplo 5	Ejemplo 6	Ejemplo 7
Tensión σ de retracción térmica del cordón calentado a 177°C	cN/dtex	0,17	0,00	0,23	0,17	0,21	0,63	0,72	0,79
Densidad de los cordones	cordones/50 mm	50	50	50	50	50	50	50	50
Coefficiente α de torsión del cordón	-	1376	2254	2254	653	980	653	980	961
Área de contacto con el suelo a temperatura ambiente	cm ²	196	179	183	208	211	194	196	196
Estabilidad de dirección durante la circulación a baja velocidad (40 km/h)	índice	100	76	92	92	101	102	112	114
Estabilidad de dirección durante la circulación a alta velocidad (180 km/h)	índice		151	148	94	88	128	134	122

		Ejemplo comparativo 5	Ejemplo comparativo 6	Ejemplo comparativo 7	Ejemplo comparativo 8	Ejemplo comparativo 9	Ejemplo 5	Ejemplo 6	Ejemplo 7
Grado de deformación de la banda de rodadura hacia el exterior durante la circulación a 180 km/h	mm	8,0	0,0	0,0	10	12	2,1	1,3	1,9
Espacio entre capas entre el bandaje y la capa de refuerzo del bandaje	mm	0,3	0,0	0,0	0,4	0,5	0,4	0,5	0,7
Durabilidad BES	índice	100	88	91	103	106	126	138	142
*1 Policetona en la que aproximadamente el 100% de la misma tiene la unidad de repetición representada por la fórmula (IV) y no menos del 97% molar de las unidades de repetición es 1-oxotrimetileno.									
*2 Policetona que tiene la unidad de repetición representada por la fórmula (IV), en la que A es principalmente un grupo etileno (que contiene aproximadamente un 6% de propileno).									

5 Como se aprecia en la Tabla 2, los neumáticos de los Ejemplos 5-7 que usan el cordón de fibra de policetona que satisface las fórmulas (I) y (II) y que tienen una estructura de una sola hebra como elemento de refuerzo en la capa de refuerzo del bandaje tienen un área de contacto con el suelo grande a temperatura ambiente, de modo que tienen una excelente estabilidad de dirección durante la circulación a baja velocidad. Además, suprimen la deformación de la banda de rodadura hacia el exterior bajo circulación a alta velocidad, de modo que también tienen una excelente estabilidad de dirección durante la circulación a alta velocidad. Además, tienen suficiente espacio entre el bandaje y la capa de refuerzo del bandaje, de modo que también tienen una durabilidad resistente a la separación del borde del bandaje.

10 Por otra parte, el neumático del Ejemplo comparativo 5 que usa cordón de nailon como elemento de refuerzo en la capa de refuerzo del bandaje tiene una deformación grande de la banda de rodadura hacia el exterior durante la circulación a alta velocidad, de modo que la estabilidad de dirección durante la circulación a alta velocidad es inferior a las de los Ejemplos. Además, el neumático del Ejemplo comparativo 6 que usa el cordón de aramida como elemento de refuerzo en la capa de refuerzo del bandaje tiene un área de contacto con el suelo pequeña a temperatura ambiente, de modo que la estabilidad de dirección durante la circulación a baja velocidad es inferior a las del Ejemplo comparativo 5 y a las de los Ejemplos 5-7, y, además, la durabilidad a la separación del borde del bandaje es mala, porque el espacio entre el bandaje y la capa de refuerzo del bandaje es insuficiente. Además, el neumático del Ejemplo comparativo 7 que usa el cordón de fibra de policetona que satisface las fórmulas (I) y (II) pero que tiene una estructura de doble hebra como elemento de refuerzo en la capa de refuerzo del bandaje tiene un espacio insuficiente entre el bandaje y la capa de refuerzo del bandaje, de modo que tiene una durabilidad deficiente a la separación del borde del bandaje.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un neumático radial que comprende un par de porciones (1) de talón, un par de porciones (2) de pared lateral, una porción (3) de banda de rodadura que continúa hasta ambas porciones de la pared lateral, una carcasa (4) que se extiende de forma toroidal entre el par de porciones de talón, un bandaje (5) dispuesto en una porción de corona de la carcasa hacia afuera en una dirección radial del neumático y que comprende al menos dos capas de bandaje y al menos una capa (6A, 6B) de refuerzo del bandaje dispuesta sobre el bandaje hacia afuera en una dirección radial del neumático para cubrir una totalidad y/o ambas porciones extremas del bandaje y compuesto de una capa cauchutada que contiene elementos de refuerzo sustancialmente dispuestos en paralelo a la dirección circunferencial del neumático, en el que el elemento de refuerzo que constituye la capa de refuerzo del bandaje es un cordón de fibra de policetona, **caracterizado porque** el cordón de fibra de policetona satisface las condiciones de las siguientes ecuaciones (I) y (II):

$$\sigma \geq -0,01 \times E + 1,2 \quad \dots (I)$$

$$\sigma \geq 0,02 \quad \dots (II)$$

en las que σ es una tensión de retracción térmica (cN/dtex) a 177°C; y E es un módulo elástico (cN/dtex) a 25°C bajo una carga de 49 N.

- 15 2. Un neumático radial según la reivindicación 1 en el que una densidad de los cordones de fibra de policetona en la capa de refuerzo del bandaje es de 40 a 70 (cordones/50 mm).
3. Un neumático radial según las reivindicaciones 1 o 2 en el que la capa de refuerzo del bandaje se forma envolviendo en espiral una hoja cauchutada con forma de tira que contiene uno o más elementos de refuerzo y que tiene una anchura varias veces más estrecha que la de la capa de refuerzo del bandaje en una dirección a lo ancho del neumático para que tenga una anchura predeterminada.
- 20 4. Un neumático radial según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 en el que el cordón de fibra de policetona usado en la capa de refuerzo del bandaje se forma retorciendo dos haces de filamentos de policetona.
5. Un neumático radial según la reivindicación 4 en el que el cordón de fibra de policetona usado en la capa de refuerzo del bandaje tiene un coeficiente α de torsión de 850 a 4000 definido por la siguiente ecuación (III):

$$\alpha = T \times D^{1/2} \quad \dots (III)$$

en la que T es un número de torsión (veces/100 mm), y D es una finura total (dtex) del cordón.

- 25 6. Un neumático radial según las reivindicaciones 4 o 5 en el que el cordón de fibra de policetona usado en la capa de refuerzo del bandaje se forma retorciendo dos haces de filamentos de policetona que tienen una finura de 500 a 3000 dtex.
7. Un neumático radial según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 en el que el cordón de fibra de policetona usado en la capa de refuerzo del bandaje se forma retorciendo un haz de filamentos de policetona.
- 30 8. Un neumático radial según la reivindicación 7 en el que el cordón de fibra de policetona usado en la capa de refuerzo del bandaje tiene un coeficiente α de torsión de 300 a 1300 definido por la siguiente ecuación (III):

$$\alpha = T \times D^{1/2} \quad \dots (III)$$

en la que T es un número de torsión (veces/100 mm), y D es una finura total (dtex) del cordón.

- 35 9. Un neumático radial según las reivindicaciones 7 u 8 en el que el cordón de fibra de policetona usado en la capa de refuerzo del bandaje se forma retorciendo un haz de filamentos de policetona que tienen una finura de 500 a 3000 dtex.

10. Un neumático radial según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 en el que la policetona sustancialmente tiene una unidad de repetición representada por la siguiente fórmula general (IV):



en la que A es un resto derivado de compuestos insaturados polimerizados con enlaces insaturados y puede ser igual o diferente en cada unidad de repetición.

- 40 11. Un neumático radial según la reivindicación 10 en el que A en la fórmula (IV) es un grupo etileno.

12. Un neumático radial según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 en el que el cordón de fibra de policetona tiene una reversibilidad de retracción a temperatura elevada y una elongación al pasar a temperatura ambiente.

FIG. 1

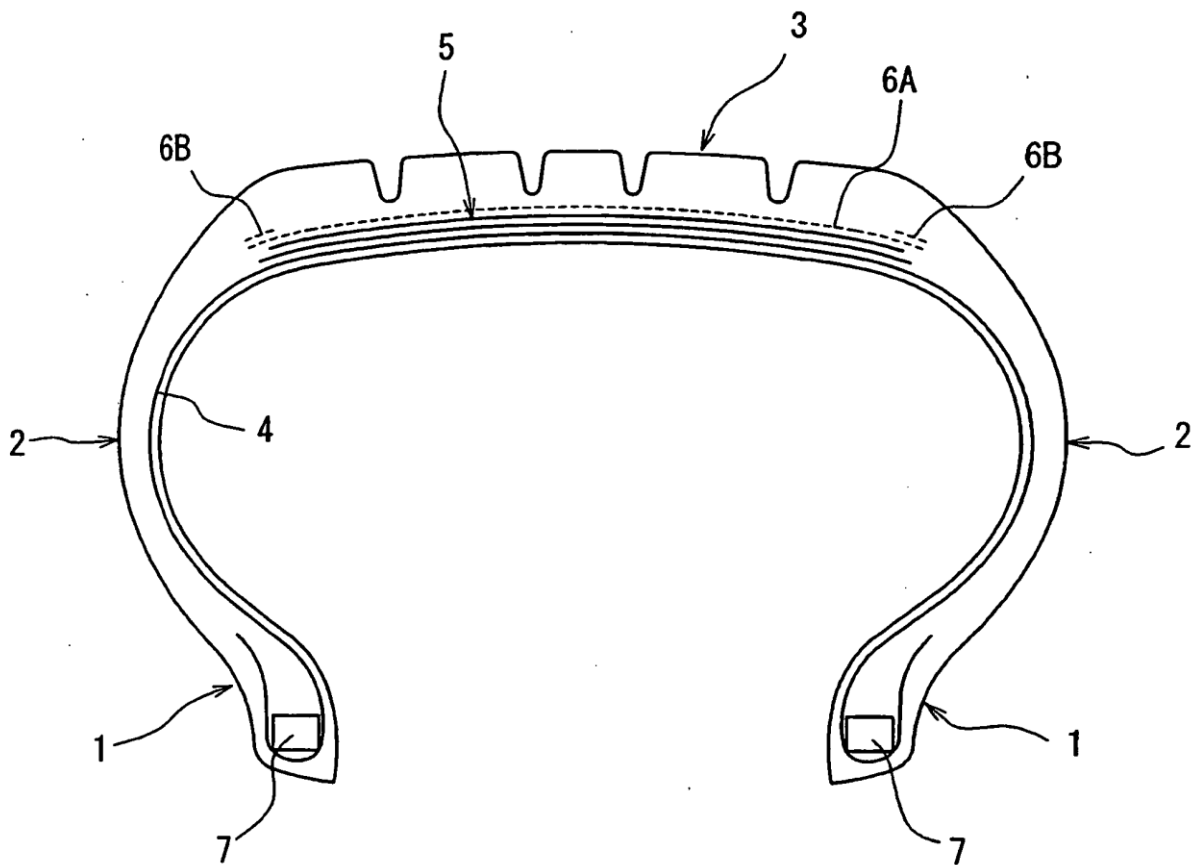


FIG. 2

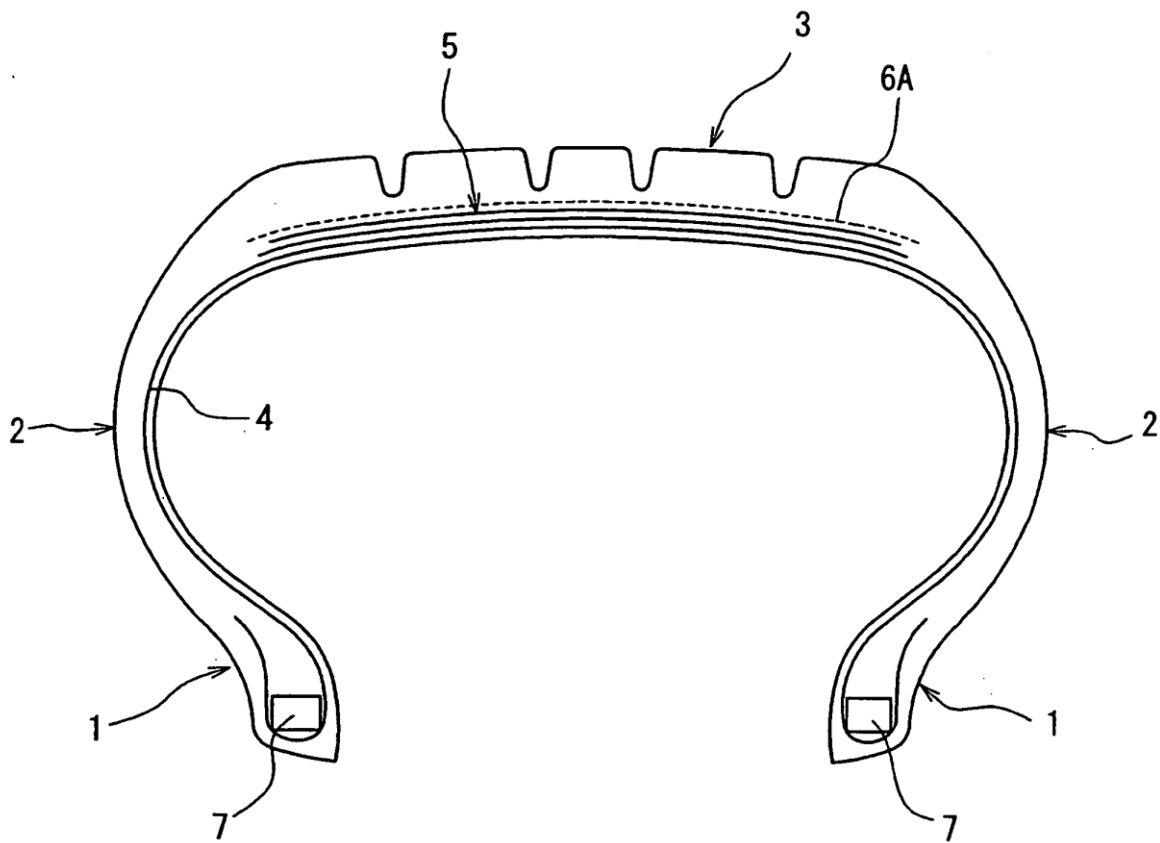


FIG. 3

