



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS
ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **2 806 699**

⑮ Int. Cl.:

B60C 9/00 (2006.01)
D07B 1/06 (2006.01)
B60C 9/20 (2006.01)

⑫

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

⑥ Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **27.07.2017 PCT/JP2017/027338**

⑦ Fecha y número de publicación internacional: **08.02.2018 WO18025755**

⑨ Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **27.07.2017 E 17836861 (9)**

⑩ Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2020 EP 3495165**

④ Título: **Neumático**

⑩ Prioridad:

05.08.2016 JP 2016154985

④ Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

18.02.2021

⑩ Titular/es:

BRIDGESTONE CORPORATION (100.0%)
1-1, Kyobashi 3-chome, Chuo-ku
Tokyo 104-8340, JP

⑩ Inventor/es:

MORI YURIKO

⑩ Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 806 699 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

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un neumático de rueda (en lo sucesivo, también denominado simplemente "neumático"), particularmente un neumático en el que se mejora la resistencia a la propagación de grietas de las capas de cubierta cruzadas sin deterioro de la resistencia al corte ni de la resistencia al desgaste irregular.

Técnica anterior

10 Los neumáticos de camiones volquetes generales que se desplazan en terrenos irregulares en ocasiones se ven obligados a marchar sobre superficies de carreteras en las que se encuentran dispersas rocas fragmentadas. Por lo tanto, se usan ampliamente cables de acero como materiales de refuerzo. En tales circunstancias, como cable de acero para neumáticos de camiones/autobuses que tiene una excelente resistencia a la separación del extremo de cubierta y mejora la durabilidad y la capacidad de recauchutado de los neumáticos, por ejemplo, el Documento de Patente 1 propone un cable de acero que incluye un núcleo compuesto de uno a tres filamentos de acero, y de seis a 15 nueve filamentos de acero trenzados unos con otros alrededor del núcleo, y que satisface las propiedades físicas prescritas. Se conoce otro neumático de rueda por el documento EP 0399795 A1. En dicho documento, se usan cables de acero que tienen un núcleo compuesto por dos filamentos de acero y una vaina compuesta por ocho filamentos de acero de vaina, para dos capas de cubierta cruzadas de una cubierta compuesta por al menos tres capas de correa.

Documento de la técnica relacionada

Documento de patente
20 [Documento de patente 1]: JP H02-306801 A

Sumario de la invención

Problemas que ha de resolver la invención

25 Como se ha descrito anteriormente, dado que los neumáticos de los camiones volquetes marchan sobre terreno irregular en muchas ocasiones, es probable que ocurra un fallo de corte de una cubierta, y es concebible que el corte provoque directamente el fallo del neumático, o bien la infiltración de agua a través del corte provoca la corrosión de un cable de acero, lo que conduce a un fallo de separación. Los neumáticos para camiones volquetes generalmente incluyen una cubierta compuesta por varias capas de cubierta, en el lado exterior de una carcasa según la dirección radial del neumático. Sin embargo, una vez que un daño de corte llega a las capas de cubierta cruzadas, el agua se infiltra en los cables de acero que constituyen las capas de cubierta cruzadas y causa corrosión dentro de los cables 30 de acero. Esto puede provocar el desprendimiento de las capas de cubierta cruzadas. Por lo tanto, es necesario evitar la infiltración de agua al interior de los cables de acero, al permitir que un caucho permee lo suficiente en el interior de los cables de acero.

35 Además, cuando se genera una grieta debido a la tensión en un extremo de cubierta, la grieta puede propagarse hasta provocar el desprendimiento de las capas de cubierta cruzadas. Con el fin de inhibir dicha propagación de grietas en las capas de cubierta cruzadas, la distancia entre cables de acero en las capas de cubierta cruzadas es, preferiblemente, grande; sin embargo, dado que la cantidad de acero en las capas de cubierta cruzadas es pequeña cuando la distancia entre cables es amplia, la rigidez se ve reducida y, como resultado de ello, se produce un desgaste irregular. De esta manera, en la actualidad, es difícil lograr a la vez resistencia a la propagación de grietas en las capas de cubierta cruzadas y resistencia al desgaste irregular.

40 En vista de lo anterior, es un propósito de la presente invención proporcionar un neumático de rueda en el que se mejore la resistencia a la propagación de grietas de las capas de cubierta cruzadas sin que se deteriore la resistencia al corte ni la resistencia al desgaste irregular.

Medios para resolver los problemas

45 El presente inventor estudió intensamente para resolver los problemas descritos anteriormente y, como consecuencia de ello, descubrió que los problemas descritos anteriormente se pueden resolver utilizando un cable de acero que tiene una estructura prescrita y controlando las capas de cubierta cruzadas de manera que tengan una cantidad prescrita de cables de acero, completando así la presente invención.

50 Es decir, el neumático de rueda de la presente invención es un neumático que incluye una cubierta compuesta por al menos tres capas de cubierta en el lado exterior de una carcasa según la dirección radial del neumático, de tal manera que las al menos tres capas de cubierta incluyen dos capas de cubierta cruzadas que están inclinadas en las direcciones opuestas a través del plano ecuatorial del neumático, estando dicho neumático de rueda caracterizado por que:

un material de refuerzo de las capas de cubierta cruzadas es un cable de acero que tiene una estructura de capas trenzadas que incluye un núcleo, compuesto por dos filamentos de núcleo, y una vaina, compuesta por ocho filamentos de vaina que están trenzados unos con otros alrededor del núcleo, y

5 una cantidad de cables de acero en las capas de cubierta cruzadas, que está representada por la siguiente Ecuación (1), es de 23 a 49:

$$\text{Diámetro de cable de acero (mm)} \times \text{cómputo de extremos de cable de acero (cables de acero / 50 mm)} \quad (1).$$

Se observa aquí que la expresión "diámetro de cable de acero" que se utiliza en esta memoria significa el diámetro de un círculo circunscrito del cable de acero en cuestión.

10 En el neumático de la presente invención, se prefiere que una capa de cubierta más externa de entre las al menos tres capas de cubierta descritas anteriormente tenga una cantidad de cables de acero de entre 37 y 49, y que la cantidad de cables de acero en las capas de cubierta cruzadas no sea mayor que la cantidad de cables de acero en la capa más externa de la cubierta. En el neumático de la presente invención, también se prefiere que la cantidad de cables de acero en la capa de cubierta más externa sea de entre el 100% y el 217% de la cantidad de cables de acero en las capas de cubierta cruzadas. Además, en el neumático de la presente invención, se prefiere que una distancia 15 entre cables de acero, G1 (mm), de la capa más externa de la cubierta y una distancia entre cables de acero, G2 (mm), de las capas de cubierta cruzadas satisfagan una relación representada por la siguiente Ecuación (2):

$$0.1 \leq G1 \leq G2 \leq 1.8 \quad (2).$$

20 Aún adicionalmente, en el neumático de la presente invención, se prefiere que la distancia entre cables de acero, G1 (mm), de la capa de cubierta más externa y la distancia entre cables de acero, G2 (mm), de las capas de cubierta cruzadas satisfagan una relación representada por la siguiente Ecuación (3):

$$0.05 \leq G1/G2 < 1.0 \quad (3).$$

25 En el neumático de la presente invención, los dos filamentos del núcleo del cable de acero de las capas de cubierta cruzadas están entre sí, de tal manera que la dirección de trenzado de los filamentos del núcleo y la de los filamentos de la vaina son diferentes. Preferiblemente, un diámetro Dc de los filamentos del núcleo y un diámetro Ds de los filamentos de la vaina satisfacen una relación representada por la siguiente Ecuación (4):

$$0.90 \leq Ds/Dc \leq 1.10 \quad (4).$$

30 Aún de manera adicional, en el neumático de la presente invención, se prefiere que el diámetro Dc de los filamentos del núcleo y el diámetro Ds de los filamentos de la vaina sean el mismo. Aún adicionalmente, en el neumático de la presente invención, se prefiere que el diámetro Dc de los filamentos del núcleo y el diámetro Ds de los filamentos de la vaina sean, ambos, de entre 0,30 mm y 0,55 mm. Aún de manera adicional, en el neumático de la presente invención, se prefiere que el paso del trenzado de los filamentos del núcleo sea de entre 5 mm y 15 mm. Aún adicionalmente, en el neumático de la presente invención, se prefiere que el paso del trenzado de los filamentos de la vaina sea de entre 9 mm y 30 mm.

Efectos de la invención

35 De acuerdo con la presente invención, se proporciona un neumático de rueda en el que se mejora la resistencia a la propagación de grietas de las capas de cubierta cruzadas sin que se deteriore la resistencia al corte ni la resistencia al desgaste irregular.

Breve descripción de los dibujos

40 [FIG. 1] La Figura 1 es una vista en sección transversal a lo ancho que ilustra un neumático de rueda acuerdo con una realización preferida de la presente invención.

[FIG. 2] La Figura 2 es una vista en sección transversal que ilustra un cable de acero de las capas de cubierta cruzadas de un neumático de rueda de acuerdo con una realización preferida de la presente invención.

45 [FIG. 3A] La Figura 3A es una vista en sección transversal que ilustra un cable de acero antes de una entrada de corte de las capas de cubierta cruzadas de un neumático de rueda de acuerdo con una realización preferida de la presente invención.

[FIG. 3B] La Figura 3B es una vista en sección transversal que ilustra el cable de acero cuando se realiza una entrada de corte de las capas de cubierta cruzadas del neumático de rueda de acuerdo con una realización preferida de la presente invención.

[FIG. 4A] La Figura 4A es una vista en sección transversal de un cable de acero que tiene una estructura de 1 × 3 + 8, antes de una entrada de corte.

[FIG. 4B] La Figura 4B es una vista en sección transversal del cable de acero que tiene una estructura de 1 × 3 + 8, cuando se realiza una entrada de corte.

5 **Modo de realización de la invención**

El neumático de rueda la presente invención se describirá ahora en detalle haciendo referencia a los dibujos. La Figura 1 es una vista en sección transversal a lo ancho que ilustra un neumático de rueda de acuerdo con una realización preferida de la presente invención. En el ejemplo ilustrado, un neumático 100 de la presente invención incluye: núcleos de talón 101 dispuestos en un par de partes de talón izquierda y derecha 106; y una parte de banda de rodadura 104, que está reforzada por una carcasa radial 102, la cual se extiende desde una parte de cima hasta ambas partes de talón 106 a través de unas partes de pared lateral 105, y se enrolla alrededor de los núcleos de talón 101 y, de este modo, queda anclada a las respectivas porciones de talón 106, y una cubierta, que está dispuesta en el lado exterior, según la dirección radial del neumático, de la parte de cima de la carcasa radial 102 y constituida por al menos tres capas de cubierta 103a, 103b y 103c.

- 10 15 En el neumático 100 de la presente invención, las al menos tres capas de cubierta 103 incluyen dos capas de cubierta cruzadas (capas de cubierta 103a y 103b en el ejemplo ilustrado), que están inclinadas en direcciones opuestas a través del plano ecuatorial del neumático, y un material de refuerzo de las capas de cubierta cruzadas 103a y 103b es un cable de acero que tiene una estructura de capas trenzadas que incluye un núcleo compuesto por dos filamentos de núcleo, y una vaina compuesta por ocho filamentos de vaina que están trenzados unos con otros alrededor del núcleo. El cable de acero que tiene una estructura de capas trenzadas de este tipo tiene una excelente resistencia a la corrosión, ya que un caucho permea favorablemente al interior del cable de acero y, por lo tanto, puede inhibirse la infiltración de agua en el cable de acero. Como resultado, se puede mejorar la resistencia a la corrosión de las capas de cubierta cruzadas. Al mismo tiempo, cuando el número de filamentos del núcleo es tres o más, la permeabilidad del caucho al interior del núcleo se deteriora. Como esto, en consecuencia, hace que los esfuerzos se concentren en 20 25 los filamentos de la vaina infiltrada con caucho, la resistencia a la propagación de grietas se ve deteriorada.

Por otra parte, en el neumático 100 de la presente invención, la cantidad de cables de acero en las capas de cubierta cruzadas 103a y 103b de entre las al menos tres capas de cubierta 103, que está representada por la siguiente Ecuación (1), es de 23 a 49:

$$\text{Diámetro de cable de acero (mm)} \times \text{cómputo de extremos de cable de acero (cables de acero / 50 mm)} \quad (1).$$

- 30 Al establecer que la cantidad de cables de acero sea de 23 a 49, la resistencia a la propagación de grietas de las capas de cubierta cruzadas 103a y 103b puede mejorarse lo suficiente, al tiempo que se suprime el deterioro de la resistencia al desgaste irregular causada por la variación en la rigidez de las capas de cubierta cruzadas 103a y 103b. La cantidad de cables de acero en las capas de cubierta cruzadas 103a y 103b es, preferiblemente, de 25 a 44, más 35 preferiblemente, de 32 a 36. En los casos en que se usa un cable de acero que tiene una estructura diferente a la descrita anteriormente, la resistencia a la propagación de grietas se deteriora en gran medida cuando la cantidad de cables de acero está en el intervalo descrito anteriormente; sin embargo, en el neumático 100 de la presente invención, debido al uso del cable de acero específico, la resistencia al desgaste se puede mantener sin sacrificar otras prestaciones, incluso cuando la cantidad de cables de acero en las capas de cubierta cruzadas 103a y 103b está dentro del intervalo descrito en lo anterior.
- 40 En el neumático 100 de la presente invención, la cantidad de cables de acero en la capa de cubierta más externa 103c es, preferiblemente, de 37 a 49. De esta manera, controlando que la cantidad de cable de acero en la capa de cubierta más externa 103c sea 37 o mayor, es posible mejorar la resistencia a la penetración de una materia extraña. Sin embargo, cuando la cantidad de cables de acero en la capa de correa más externa 103c es grande, una grieta que se 45 genere entre los cables de acero se propaga fácilmente, lo que no es preferible desde el punto de vista de la durabilidad. Por lo tanto, controlando la cantidad de cables de acero en la capa de cubierta más externa 103c de manera que sea 49 o menor, se garantiza una resistencia a la propagación de grietas en la capa de cubierta más externa 103c. Para lograr este efecto favorablemente, la cantidad de cables de acero en la capa de cubierta más externa 103c es, más preferiblemente, de 37 a 44. Se aprecia aquí que, desde el punto de vista de la resistencia a la penetración de la capa de cubierta más externa 103c, la cantidad de cables de acero en la capa de cubierta más 50 externa 103c es, preferiblemente, no menor que la cantidad de cables de acero en las capas de cubierta cruzadas 103a y 103b.

Específicamente, en el neumático 100 de la presente invención, se prefiere que la cantidad de cables de acero en la capa de cubierta más externa 103c sea de entre el 100% y el 217% de la cantidad de cables de acero en las capas de cubierta cruzadas 103a y 103b. Al satisfacerse esta relación, la resistencia a la penetración de una materia extraña y la resistencia a la propagación de grietas de la capa de cubierta más externa 103c pueden mejorarse de manera equilibrada sin que se deteriore ninguna de las dos.

Por otra parte, en el neumático 100 de la presente invención, se prefiere que la distancia entre cables de acero, G1 (mm), de la capa de cubierta más externa 103c y la distancia entre cables de acero, G2 (mm), de las capas de cubierta cruzadas 103a y 103b satisfagan una relación representada por la siguiente Ecuación (2):

$$0.1 \leq G1 \leq G2 \leq 1.8 \quad (2).$$

- 5 Al satisfacerse esta relación, la resistencia a la penetración de una materia extraña y la resistencia a la propagación de grietas de la capa de cubierta más externa 103c pueden mejorarse de una manera más equilibrada, sin que se deteriore ninguna de las dos. Además, puesto que $G1 \leq G2$, la resistencia a la propagación de grietas de las capas de cubierta cruzadas no se deteriora. La G1 y la G2 satisfacen, más preferiblemente:

$$0.3 \leq G1 \leq G2 \leq 1.3 \quad (5).$$

- 10 Aún adicionalmente, en el neumático 100 de la presente invención, se prefiere que la distancia entre cables de acero, G1 (mm), de la capa de cubierta más externa 103c y la distancia entre cables de acero, G2 (mm), de las capas de cubierta cruzadas 103a y 103b satisfagan una relación representada por la siguiente Ecuación (3):

$$0.05 \leq G1/G2 < 1.0 \quad (3).$$

- 15 Al satisfacer esta relación, la resistencia a la penetración de una materia extraña y la resistencia a la propagación de grietas de la capa de cubierta más externa 103c pueden mejorarse de una manera aún más equilibrada. Del mismo modo, siempre y cuando se satisfaga esta relación, la resistencia a la propagación de grietas de las capas de cubierta cruzadas no se deteriora. La G1 y la G2 satisfacen, más preferiblemente:

$$0.2 \leq G1/G2 < 1.0 \quad (6),$$

de manera particularmente preferible:

20 $0.25 \leq G1/G2 < 0.75 \quad (7).$

La Figura 2 es una vista en sección transversal que ilustra un cable de acero de capas de cubierta cruzadas del neumático de acuerdo con una realización preferida de la presente invención. En la Figura 2, R representa el diámetro del cable de acero. Como se ilustra, un cable de acero 20 de las capas de cubierta cruzadas 103a y 103b del neumático 100 de la presente invención tiene una estructura trenzada que incluye: un núcleo 11, compuesto por dos filamentos

- 25 1 de núcleo; y una vaina 12, compuesta por ocho filamentos 2 de vaina que están trenzados unos con otros alrededor del núcleo 11. En el cable de acero 20 de las capas de cubierta cruzadas 103a y 103b del neumático 100 de la presente invención, los dos filamentos 1 de núcleo que constituyen el núcleo 11 están trenzados entre sí. Al adoptar esta constitución, el cable de acero 20 tiene una resistencia al corte superior en comparación con un cable de acero convencional en el que tres filamentos de núcleo están trenzados entre sí. Las razones de esto se describen a

30 continuación.

La Figura 3A es una vista en sección transversal que ilustra un cable de acero antes de una entrada de corte de las capas de cubierta cruzadas de un neumático de rueda de acuerdo con una realización preferida de la presente invención. La Figura 3B es una vista en sección transversal que ilustra el cable de acero cuando se realiza una entrada de corte de las capas de cubierta cruzadas del neumático de rueda de acuerdo con una realización preferida de la

- 35 presente invención. La Figura 4A es una vista en sección transversal de un cable de acero que tiene una estructura de $1 \times 3 + 8$, antes de una entrada de corte. La Figura 4B es una vista en sección transversal del cable de acero que tiene una estructura de $1 \times 3 + 8$, cuando se realiza una entrada de corte. En los cables de acero 20 que tienen las secciones transversales respectivas ilustradas en las Figuras 3A y 4A, cuando se introduce un corte, las posiciones de los filamentos 1 del núcleo y de los filamentos 2 de la vaina se ven modificadas como se ilustra en las Figuras 3B y 4B, respectivamente. Se aprecia aquí que las flechas de las Figuras 3B y 4B representan, cada una de ellas, la dirección de la entrada de corte.

Comparando las Figuras 3B y 4B, dado que el cable de acero 20 que tiene el núcleo 11 compuesto por dos filamentos 1 de núcleo que están trenzados entre sí tiene grandes espacios de separación en el núcleo 11, tal como se ilustra en la Figura 3B, los filamentos 2 de la vaina se hunden en los espacios de separación del núcleo 11 cuando se introduce un corte, de modo que la sección transversal del cable de acero 20 puede deformarse hasta adoptar una forma plana. En consecuencia, la entrada de corte puede ser mitigada, y de este modo se consigue una alta carga de cizalladura. Por otro lado, en el cable de acero 20 que tiene el núcleo 11 en el que tres filamentos 1 de núcleo están trenzados unos con otros como se ilustra en la Figura 4B, dado que no hay espacio de separación en el que los filamentos 2 de la vaina puedan hundirse cuando se introduce un corte, la sección transversal del cable de acero 20

- 45 no puede deformarse hasta adoptar una forma plana, ni siquiera con la entrada de corte. En consecuencia, la entrada de corte no se puede mitigar y la carga de cizalladura es relativamente pequeña. De manera similar, en aquellos casos de cables de acero que tienen uno o cuatro filamentos de núcleo, el núcleo carece de espacios de separación para que los filamentos de la vaina se hundan. Por lo tanto, en el cable de acero 20 de la presente invención, el núcleo 11
- 50

se forma trenzando uno con otro dos filamentos 1 de núcleo. Además, con el fin de permitir que los filamentos 2 de la vaina se hundan suavemente, se prefiere usar filamentos que tengan rectitud como filamentos 1 de núcleo y filamentos 2 de vaina.

En el cable de acero 20 de las capas de cubierta cruzadas 103a y 103b del neumático 100 de la presente invención, el número de filamentos 2 de la vaina es 8. Cuando el número de los filamentos 2 de la vaina es menor que 8, la carga de cizalladura se reduce puesto que la cantidad de acero por unidad de área del cable de acero 20 es pequeña. Y al contrario, cuando el número de los filamentos 2 de la vaina es mayor que 8, dado que los espacios de separación entre los filamentos 2 de la vaina son pequeños, el cable de acero 20 no puede aplastarse hasta adoptar una forma plana, de modo que la carga de cizalladura se ve igualmente reducida. Además, los espacios de separación pequeños entre los filamentos 2 de la vaina dificultan que un caucho permee al interior de los mismos, lo que no es deseable.

Por otra parte, en el cable de acero 20 de las capas de cubierta cruzadas 103a y 103b del neumático 100 de la presente invención, la dirección de trenzado de los filamentos del núcleo es diferente de la dirección de trenzado de los filamentos 2 de la vaina. Esto hace que sea fácil para un caucho infiltrarse al interior del cable de acero 20, y de ese modo se mejora la resistencia a la corrosión del cable de acero 20. Además, debido a la diferencia en la dirección de trenzado entre los filamentos 1 del núcleo y los filamentos 2 de la vaina, se puede suprimir la deformación de un acero calandrado preparado por recubrimiento con caucho del cable de acero 20, que se produce al cortar el acero calandrado, por lo que no solo se puede lograr una excelente susceptibilidad de tratamiento en la producción del neumático 100 de la presente invención, sino también un efecto de inhibición de la propagación de grietas frente a solicitudes aplicadas desde varias direcciones.

Aún adicionalmente, en el cable de acero 20 de las capas de cubierta cruzadas 103a y 103b del neumático 100 de la presente invención, se prefiere que el diámetro Dc de los filamentos 1 del núcleo y el diámetro Ds de los filamentos 2 de la vaina satisfagan una relación representada por la siguiente Ecuación (4):

$$0.90 \leq Ds/Dc \leq 1.10 \quad (4).$$

Al satisfacer el valor de Ds/Dc este intervalo, se puede garantizar una buena permeabilidad del caucho al interior del cable de acero 20, y se puede lograr una resistencia al corte y robustez suficientes. Para lograr este efecto favorablemente, el Ds y el Dc satisfacen, más preferiblemente:

$$0.95 \leq Ds/Dc \leq 1.08 \quad (8),$$

aún más preferiblemente:

$$1.00 \leq Ds/Dc \leq 1.05 \quad (9),$$

y el Ds y el Dc son, de forma particularmente preferible, iguales (Ds = Dc).

Aún adicionalmente, en el cable de acero 20 de las capas de cubierta cruzadas 103a y 103b del neumático 100 de la presente invención, se prefiere que el diámetro Dc de los filamentos 1 del núcleo y el diámetro Ds de los filamentos 2 de la vaina sean, ambos, de entre 0,30 mm y 0,55 mm. Al controlar el diámetro de los filamentos 1 del núcleo y el de los filamentos 2 de la vaina de manera que se encuentren dentro de este intervalo, se puede garantizar una buena permeabilidad del caucho al interior del cable de acero 20, y se puede lograr una resistencia al corte y robustez suficientes. Para lograr favorablemente este efecto, el diámetro Dc y el diámetro Ds son, preferiblemente, de entre 0,30 mm y 0,46 mm, más preferiblemente, de entre 0,37 mm y 0,43 mm.

Aún de manera adicional, en el cable de acero 20 de las capas de cubierta cruzadas 103a y 103b del neumático 100 de la presente invención, se prefiere que el paso de trenzado de los filamentos 1 del núcleo sea de entre 5 mm y 15 mm. Al controlar el paso de trenzado de los filamentos 1 del núcleo de manera que se encuentre dentro de este intervalo, se puede lograr la suficiente permeabilidad del caucho al interior del cable de acero 20. El paso de trenzado de los filamentos 1 del núcleo es, más preferiblemente, de entre 5 mm y 13 mm, aún más preferiblemente, de entre 7 mm y 9 mm.

Aún más, en el cable de acero 20 de las capas de cubierta cruzadas 103a y 103b del neumático 100 de la presente invención, se prefiere que el paso de trenzado de los filamentos 2 de la vaina sea de entre 9 mm y 30 mm. Al controlar que el paso de trenzado de los filamentos 2 de la vaina sea de 9 mm o mayor, se pueden reducir las irregularidades de la superficie del cable de acero 20, como resultado de lo cual se incrementa la adhesión entre un caucho y el cable de acero 20 y la durabilidad es así mejorada. Al mismo tiempo, cuando el paso de trenzado de los filamentos 2 de la vaina es grande, se acelera la propagación del agua a lo largo de los filamentos 2 de la vaina. Con el fin de inhibir este fenómeno, el paso de trenzado de los filamentos 2 de la vaina es, preferiblemente, de 30 mm o más pequeño, más preferiblemente, de entre 9 mm y 26 mm, aún más preferiblemente, de entre 15 mm y 20 mm.

En el cable de acero 20 de las capas de cubierta cruzadas 103a y 103b del neumático 100 de la presente invención, se prefiere que la suma S2 del área de espacio de separación S1 de la vaina 12 y las áreas de sección transversal de los filamentos 2 de vaina satisfaga una relación representada por la siguiente Ecuación (10):

$$40 \leq S1/S2 \times 100(\%) \leq 120 \quad (10).$$

El "área de espacio de separación S1" de la vaina 12 se refiere a la parte indicada con líneas diagonales en la Figura 2. Al controlar el valor de $S1/S2 \times 100$ (%) de manera que sea 40 o mayor, el área de espacio de separación de la vaina 12 se puede asegurar lo suficiente, y se hace más probable que el cable de acero 20 se deforme hasta adoptar una forma plana cuando se introduce un corte. Además, dado que los espacios de separación existentes en la vaina 12 se incrementan, se logra una excelente permeabilidad al caucho, de tal modo que puede impedirse favorablemente un fallo de separación causado por la corrosión del cable de acero 20 como consecuencia de la infiltración de agua a través de un daño por corte. Al mismo tiempo, controlando el valor de $S1/S2 \times 100$ (%) de manera que sea 120 o menor, se garantiza una cierta cantidad de acero en la vaina 12, y se puede garantizar, de este modo, una resistencia al corte suficiente como material de refuerzo.

El área de espacio de separación S1 de la vaina 12 puede determinarse mediante la siguiente Ecuación (11):

$$S1 = (Dc + Ds)^2 \pi - Dc^2 \pi - Ds^2 \pi \times N/4 \quad (11),$$

donde Dc: diámetro de los filamentos del núcleo,

Ds: diámetro de los filamentos de la vaina, y

N: número de filamentos de la vaina.

En el cable de acero 20 de las capas de cubierta cruzadas 103a y 103b del neumático 100 de la presente invención, se prefiere que el área de espacio de separación S1 de la vaina 12 sea de 0,30 mm² o más grande. Los efectos de la presente invención se pueden obtener favorablemente ajustando el diámetro de los filamentos 1 del núcleo y el de los filamentos 2 de la vaina de modo que el área de espacio de separación S1 de la vaina 12 sea de 0,30 mm² o más grande.

En el cable de acero 20 de las capas de cubierta cruzadas 103a y 103b del neumático 100 de la presente invención, se prefiere que la resistencia F1 de los filamentos 1 del núcleo y la resistencia F2 de los filamentos 2 de la cubierta satisfagan una relación representada por lo siguiente Ecuación (12):

$$F1/F2 \times 100 \geq 90 (\%) \quad (12).$$

En el neumático de rueda 100, también se necesita una resistencia para las capas de cubierta. Cuando la resistencia es insuficiente, el neumático de rueda 100 no puede soportar una cierta presión interna y una cierta carga, y su durabilidad frente a reventones se ve reducida. Sin embargo, cuando se utilizan filamentos gruesos de acero para mejorar la resistencia, la permeabilidad del caucho hacia el interior del cable de acero se deteriora. Además, al aumentar la resistencia de los filamentos de acero con el fin de aumentar la resistencia de las capas de la cubierta, la carga de cizalladura se ve deteriorada. Por lo tanto, en el cable de acero 20 de la presente invención, al satisfacerse la Ecuación (12), preferiblemente controlando que F1 y F2 sean iguales (F1 = F2), se evitan tales problemas y la resistencia del cable de acero 20 se mejorada. La resistencia F2 de los filamentos 2 de la vaina es, preferiblemente, de 150 N o más y, teniendo en cuenta la carga de cizalladura, el límite superior de F1 y F2 es 580 N o menos.

En el neumático de rueda 100 de la presente invención, es importante que el neumático de rueda 100 incluya una cubierta compuesta por al menos tres capas de cubierta 103; que un material de refuerzo de al menos las capas de cubierta cruzadas de entre las al menos tres capas de cubierta 103 sea un cable de acero que tenga una estructura de 2 + 8; y que la cantidad de cables de acero en las capas de cubierta cruzadas satisfaga el intervalo descrito anteriormente, y otras características de la constitución pueden diseñarse según sea apropiado. Por ejemplo, la estructura de un cable de acero de una capa de cubierta distinta de las capas de cubierta cruzadas del neumático 100 de la presente invención, concretamente de la capa de cubierta más externa 103c en el ejemplo ilustrado, no está particularmente limitada. Por ejemplo, se puede utilizar un cable de acero que tiene una estructura de 1 × N (por ejemplo, 1 × 3 o 1 × 5), un cable de acero que tiene una estructura bicapa de M + N (por ejemplo, 1 + 3, 1 + 4, 1 + 5, 1 + 6, 2 + 2, 2 + 3, 2 + 4, 2 + 5, 2 + 6, 2 + 7, 3 + 6, 3 + 7, o 3 + 8), o bien un cable de acero que tiene una estructura de tres capas L + M + N (L = 1 a 4, M = 4 a 9 y N = 8 a 15) (por ejemplo, una estructura de 3 + 9 + 15). Es deseable usar un cable de acero que tenga la misma estructura de 2 + 8 que el cable de acero 20 que se utiliza en las capas de cubierta cruzadas del neumático 100 de la presente invención. Al usar un cable que tiene una estructura de 2 + 8, cuando la cantidad de cables de acero en la capa de cubierta más externa 103c se encuentra dentro del intervalo descrito anteriormente, la resistencia a la penetración frente a una aguja y objetos similares sobre los que el neumático puede rodar, puede mejorarse más aceptablemente sin que se deterioren en gran medida diversas prestaciones, tales como la resistencia a la propagación de grietas, en comparación con un caso en el que se usa una cubierta compuesta de cables de acero que tienen otra estructura.

El material de los filamentos de acero que se utilizan en los cables de acero de las capas de cubierta 103 del neumático 100 de la presente invención tampoco está particularmente limitado, y se puede usar cualquier filamento de acero que se emplee convencionalmente; sin embargo, el material es, preferiblemente, un acero con alto contenido de carbono, que contiene no menos del 0,80% en masa de un componente de carbono. Mediante el uso de un acero de alta dureza

y alto contenido de carbono que contiene no menos del 0,80% en masa de un componente de carbono como material de los filamentos, los efectos de la presente invención pueden lograrse favorablemente. Al mismo tiempo, no se prefiere un contenido de componente de carbono superior al 1,5% en masa, ya que la ductilidad se reduce y la resistencia a la fatiga se ve así deteriora.

- 5 En el neumático 100 de la presente invención, se puede realizar un tratamiento de revestimiento galvánico en las superficies de los cables de acero de las capas de cubierta 103. La composición del revestimiento galvánico que se ha de aplicar a las superficies de los cables de acero no está particularmente limitada; sin embargo, se prefiere un revestimiento galvánico de latón compuesto de cobre y zinc, y es más preferido un revestimiento de latón que tenga un contenido de cobre de no menos del 60% en masa. Mediante el tratamiento de revestimiento galvánico, se puede mejorar la adhesión entre los filamentos de acero y un caucho.

10 En el neumático 100 de la presente invención, los detalles de la constitución del neumático, los materiales de los miembros respectivos y elementos similares tampoco están particularmente limitados, y el neumático 100 de la presente invención se puede configurar seleccionando apropiadamente una estructura, materiales y elementos similares que sean convencionalmente conocidos. Por ejemplo, se forma un patrón de la banda de rodadura según 15 sea apropiado en la superficie de la parte de banda de rodadura 104, se disponen rellenos de talón (no ilustrados) en el lado exterior, según la dirección radial del neumático, de los respectivos núcleos de talón 101, y se dispone un revestimiento interior como capa más interna del neumático 100. Además, como gas cargado en el neumático 100 de la presente invención, se puede usar aire con presión parcial de oxígeno normal o ajustada, o bien un gas inerte tal como nitrógeno. El neumático de la presente invención exhibe una excelente resistencia a la propagación de grietas 20 de las capas de cubierta cruzadas, sin que se deteriore la resistencia al desgaste irregular; por lo tanto, el neumático de la presente invención se puede aplicar adecuadamente a camiones y autobuses.

Ejemplos

A continuación, la presente invención se describirá con más detalle por medio de ejemplos de la misma.

<Ejemplos 1 a 19 y Ejemplos comparativos 1 a 8>

- 25 Se produjeron neumáticos que tienen una cubierta compuesta por cuatro capas de cubierta en el lado externo, según la dirección radial, de una carcasa, con un tamaño de neumático de 11R22,5/14PR. En las capas de cubierta cruzadas de estos neumáticos, se utilizaron como cables de acero los tipos de cables A a G que se muestran en la Tabla 1, y los cables de acero se dispusieron de tal manera que la dirección del eje mayor estuviera alineada con la dirección de la anchura de la cubierta. Una segunda capa de cubierta y una tercera capa de cubierta (la segunda capa y la tercera capa desde el lado interno según la dirección radial del neumático, respectivamente) tenían un ángulo de $\pm 20^\circ$ con respecto a la dirección circunferencial del neumático. Las estructuras y elementos similares de los cables de acero de las respectivas capas de cubierta más externas eran como se muestra en las Tablas 2 a 6, y cada capa de cubierta más externa se dispuso en un ángulo de 20° con respecto a la dirección circunferencial del neumático. Además, en la 30 primera capa de la cubierta, la estructura del cable de acero era de $3 + 9 + 15 \times 0,22 + 0,15$, el ángulo de la correa era de 50° con respecto a la dirección circunferencial del neumático, y el cómputo de extremos era de 20 cables de acero/50 mm. Para cada uno de los neumáticos así obtenidos, se evaluaron la resistencia al corte, la resistencia a la propagación de grietas y la resistencia al desgaste irregular de las capas de cubierta cruzadas, de acuerdo con los 35 siguientes procedimientos.

<Resistencia al corte>

- 40 Una cuchilla de 500 mm de ancho, 1,5 mm de grosor (grosor inferior = 5,0 mm) y 30 mm de altura se hizo presionar gradualmente contra cada neumático para medir la fuerza necesaria para romper un cable de acero de las capas de cubierta cruzadas, y la fuerza así medida se indicó como un índice basándose en el valor del Ejemplo comparativo 1. Un valor mayor significa resistencia al corte superior, y se consideró satisfactorio un valor de 100 o más. Los resultados de los mismos también se muestran en las Tablas 2 a 6.

- 45 <Resistencia al desgaste irregular>

Cada neumático de prueba se montó en una llanta con un tamaño de 20,95 cm (8,25 pulgadas) y se sometió a un ensayo de laboratorio utilizando un rodillo giratorio para el ensayo de desgaste de neumático bajo las condiciones de una presión de aire interna de 700 kPa, una carga aplicada de 26,7 kN y una velocidad de ensayo de 60 km/h. La magnitud de desgaste de la parte saliente central situada en el plano ecuatorial del neumático y la magnitud de desgaste de la parte saliente del hombro se evaluaron visualmente sobre una escala de cinco puntos, tomando el valor del Ejemplo comparativo 1 como 5. Un valor mayor significa una resistencia al desgaste irregular superior, y un valor de 4 o mayor se consideró satisfactorio. Los resultados de los mismos también se muestran en las Tablas 2 a 6.

<Resistencia a la propagación de grietas>

- 50 Los neumáticos así producidos se montaron en una llanta con un tamaño de 20,95 cm (8,25 pulgadas) y, a continuación, se sometieron a un ensayo de marcha en rodillo durante 300 horas a una presión de aire de 700 kPa, una carga de 26,7 kN y una velocidad de 60 km/h. Después de completar el ensayo de marcha en rodillo, cada

neumático se cortó y desarmó, y las longitudes de las grietas generadas en las capas de cubierta cruzadas se midieron e indicaron como un índice basándose en el valor del Ejemplo comparativo 1. Un valor mayor significa una resistencia a la propagación de grietas superior, y un valor de 1.000 o más se consideró satisfactorio. Los resultados de los mismos también se muestran en las Tablas 2 a 6.

5

[Tabla 1]

| | | Cable de tipo A | Cable de tipo B | Cable de tipo C | Cable de tipo D | Cable de tipo E | Cable de tipo F | Cable de tipo G |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| Núcleo | Numero de filamentos | 2 | 2 | 2 | 4 | 3 | 2 | 2 |
| | Diámetro del filamento Dc (mm) | 0,4 | 0,4 | 0,55 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| | Resistencia del filamento F1 (N) | 346 | 346 | 568 | 346 | 346 | 346 | 346 |
| | Dirección de trenzado del filamento | - | Z | Z | Z | Z | Z | Z |
| | Paso de trenzado (mm) | - | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |
| Vaina | Numero de filamentos | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 7 | 9 |
| | Diámetro del filamento Ds (mm) | 0,4 | 0,4 | 0,55 | 0,4 | 0,4 | 0,4 | 0,4 |
| | Resistencia del filamento F2 (N) | 346 | 346 | 568 | 346 | 346 | 346 | 346 |
| | Dirección de trenzado del filamento | S | S | S | S | S | S | S |
| | Paso de torsión (mm) | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 | 17 |
| Dirección de trenzado de filamentos del núcleo-vaina | | - | diferente | diferente | diferente | diferente | diferente | diferente |
| Ds/Dc | | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 | 1,0 |
| Área de espacio separación de la vaina, S1 (mm ²) | | 0,32 | 0,50 | 0,95 | 0,71 | 0,58 | 0,63 | 0,38 |
| Suma de las áreas de sección transversal de los filamentos de la vaina, S2 (mm ²) | | 1,01 | 1,01 | 1,90 | 1,01 | 1,01 | 0,88 | 1,13 |
| S1/S2 × 100 (%) | | 31,8 | 50 | 50 | 70,7 | 57,7 | 71,4 | 33,3 |
| F1/F2 × 100 (%) | | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |

[Tabla 2]

| | | Ejemplo comparativo | Ejemplo 1 | Ejemplo 2 | Ejemplo comparativo 2 | Ejemplo comparativo 3 | Ejemplo comparativo 4 |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| Capa de cubierta más externa | Tipo de cable | A | A | B | B | B | B |
| | Diámetro del cable (mm) | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 |
| | Distancia entre cables, G1 (mm) | 1,53 | 1,53 | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 0,32 |
| | Cómputo de extremos (cables/50 mm) | 16 | 16 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| | Cantidad de SC* en acero calandrado | 26 | 26 | 42 | 42 | 42 | 42 |
| | Tipo de cable | 3+9+15 x 0,22+1 | B | B | D | E | A |
| Capas de cubierta cruzadas | Diámetro del cable (mm) | 1,35 | 1,6 | 1,6 | 1,77 | 1,66 | 1,6 |
| | Distancia entre cables, G2 (mm) | 0,73 | 0,67 | 0,67 | 0,74 | 0,70 | 0,69 |
| | Cómputo de extremos (cables/50 mm) | 24 | 22 | 22 | 20 | 21 | 22 |
| | Cantidad de SC* en acero calandrado | 32 | 35 | 35 | 35 | 35 | 35 |
| | Cantidad de SC en la capa más externa/Cantidad de SC en las capas cruzadas x 100 (%) | 79 | 73 | 118 | 118 | 118 | 119 |
| | G1/G2 | 2,08 | 2,27 | 0,48 | 0,44 | 0,46 | 0,47 |
| Resistencia al corte (índice) | | 100 | 101 | 173 | 170 | 169 | 167 |
| Resistencia al desgaste irregular (índice) | | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Resistencia a la propagación de grietas de las capas de cubierta cruzadas (índice) | | 100 | 1.263 | 1.263 | 283 | 283 | 316 |

*: cantidad de cables de acero

[Tabla 3]

| | | Ejemplo comparativo 5 | Ejemplo comparativo 6 | Ejemplo comparativo 7 | Ejemplo 3 | Ejemplo 4 |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------|-----------|
| Capa de cubierta más externa | Tipo de cable | B | B | B | B | B |
| | Diámetro del cable (mm) | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 |
| | Distancia entre cables, G1 (mm) | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 0,32 | 0,32 |
| | Cómputo de extremos (cables/50 mm) | 26 | 26 | 26 | 26 | 26 |
| | Cantidad de SC* en acero calandrado | 42 | 42 | 42 | 42 | 42 |
| Cruzando capas de la correa | Tipo de cable | F | G | B | B | B |
| | Diámetro del cable (mm) | 1,60 | 1,60 | 1,6 | 1,6 | 1,6 |
| | Distancia entre cables, G2 (mm) | 0,67 | 0,67 | 2,04 | 1,88 | 0,22 |
| | Cómputo de extremos (cables/50 mm) | 22 | 22 | 14 | 14 | 28 |
| | Cantidad de SC* en acero calandrado | 35 | 35 | 22 | 23 | 44 |
| Cantidad de SC en la capa más externa/cantidad de SC en las capas cruzadas × 100 (%) | | 118 | 118 | 189 | 181 | 95 |
| G1/G2 | | 0,48 | 0,48 | 0,16 | 0,17 | 1,48 |
| Resistencia al corte (índice) | | 168 | 173 | 162 | 163 | 181 |
| Resistencia al desgaste irregular (índice) | | 5 | 5 | 3 | 4 | 5 |
| Resistencia a la propagación de grietas de las capas de cubierta cruzadas (índice) | | 893 | 283 | 1.297 | 1.293 | 1.252 |

[Tabla 4]

| | | Ejemplo 5 | Ejemplo comparativo 8 | Ejemplo 6 | Ejemplo 7 | Ejemplo 8 |
|------------------------------|---------------------------------|-----------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|
| Capa de cubierta más externa | Tipo de cable | B | B | B | B | B |
| | Diámetro del cable (mm) | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 |
| | Distancia entre cables, G1 (mm) | 0,32 | 0,32 | 0,62 | 0,56 | 0,03 |

| | | Ejemplo 5 | Ejemplo comparativo 8 | Ejemplo 6 | Ejemplo 7 | Ejemplo 8 |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------|-----------------------|-----------|-----------|-----------|
| | Cómputo de extremos (cables/50 mm) | 26 | 26 | 23 | 23 | 31 |
| | Cantidad de SC* en acero calandrado | 42 | 42 | 36 | 37 | 49 |
| Capas de cubierta cruzadas | Tipo de cable | B | B | B | B | B |
| | Diámetro del cable (mm) | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 |
| | Distancia entre cables, G2 (mm) | 0,03 | 0,00 | 0,67 | 0,67 | 0,67 |
| | Cómputo de extremos (cables/50 mm) | 31 | 31 | 22 | 22 | 22 |
| | Cantidad de SC* en acero calandrado | 49 | 50 | 35 | 35 | 35 |
| Cantidad de SC en la capa más externa/cantidad de SC en las capas cruzadas × 100 (%) | | 85 | 83 | 102 | 105 | 139 |
| G1/G2 | | 9,89 | - | 0,92 | 0,84 | 0,05 |
| Resistencia al corte (índice) | | 185 | 186 | 135 | 157 | 199 |
| Resistencia al desgaste irregular (índice) | | 5 | 5 | 5 | 5 | 4 |
| Resistencia a la propagación de grietas de las capas de cubierta cruzadas (índice) | | 1.247 | 50 | 1.263 | 1.263 | 1.263 |

[Tabla 5]

| | | Ejemplo 9 | Ejemplo 10 | Ejemplo 11 | Ejemplo 12 | Ejemplo 13 |
|------------------------------|-------------------------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| Capa de cubierta más externa | Tipo de cable | B | B | B | B | B |
| | Diámetro del cable (mm) | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 |
| | Distancia de cable a cable, G1 (mm) | 0,00 | 2,06 | 1,88 | 0,02 | 0,00 |
| | Cómputo de extremos (cables/50 mm) | 31 | 14 | 14 | 31 | 31 |
| | Cantidad SC * en acero calandrado | 50 | 22 | 23 | 49 | 50 |
| | Tipo de cable | B | B | B | B | B |

| | | Ejemplo 9 | Ejemplo 10 | Ejemplo 11 | Ejemplo 12 | Ejemplo 13 |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|-----------|------------|------------|------------|------------|
| Capas de cubierta cruzadas | Diámetro del cable (mm) | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 | 1,6 |
| | Distancia entre cables, G2 (mm) | 0,67 | 1,88 | 1,88 | 1,88 | 1,88 |
| | Cómputo de extremos (cables/50 mm) | 22 | 14 | 14 | 14 | 14 |
| | Cantidad de SC* en acero calandrado | 35 | 23 | 23 | 23 | 23 |
| Cantidad de SC en la capa más externa/cantidad de SC en las capas cruzadas × 100 (%) | | 142 | 95 | 100 | 215 | 217 |
| G1/G2 | | 0,00 | 1,10 | 1,00 | 0,01 | 0,00 |
| Resistencia al corte (índice) | | 202 | 100 | 125 | 190 | 191 |
| Resistencia al desgaste irregular (índice) | | 4 | 5 | 5 | 4 | 4 |
| Resistencia a la propagación de grietas de las capas de cubierta cruzadas (índice) | | 1.263 | 1.252 | 1.252 | 1.252 | 1.252 |

[Tabla 6]

| | | Ejemplo 14 | Ejemplo 15 | Ejemplo 16 | Ejemplo 17 | Ejemplo 18 | Ejemplo 19 |
|------------------------------|-------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Capa de cubierta más externa | Tipo de cable | C | C | C | C | B | B |
| | Diámetro del cable (mm) | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 2,2 | 1,6 | 1,6 |
| | Distancia entre cables, G1 (mm) | 0,09 | 0,10 | 1,80 | 1,81 | 0,32 | 0,32 |
| | Cómputo de extremos (cables/50 mm) | 22 | 22 | 13 | 12 | 26 | 26 |
| | Cantidad de SC* en acero calandrado | 48 | 48 | 28 | 27 | 42 | 42 |
| Capas de cubierta cruzadas | Tipo de cable | B | B | B | B | B | B |
| | Diámetro del cable (mm) | 1,60 | 1,60 | 1,60 | 1,60 | 1,6 | 1,6 |

| | | Ejemplo 14 | Ejemplo 15 | Ejemplo 16 | Ejemplo 17 | Ejemplo 18 | Ejemplo 19 |
|--------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Cálculo de extremos (cables/50 mm) | Distancia entre cables, G2 (mm) | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,32 | 0,31 |
| | Cómputo de extremos (cables/50 mm) | 27 | 27 | 27 | 27 | 26 | 26 |
| | Cantidad de SC* en acero calandrado | 44 | 44 | 44 | 44 | 42 | 42 |
| Cantidad de SC en la capa más externa/cantidad de SC en las capas cruzadas × 100 (%) | | 110 | 109 | 63 | 63 | 100 | 99 |
| G1/G2 | | 0,40 | 0,44 | 7,93 | 7,98 | 1,00 | 1,050 |
| Resistencia al corte (índice) | | 232 | 231 | 150 | 149 | 179 | 179 |
| Resistencia al desgaste irregular (índice) | | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| Resistencia a la propagación de grietas de las capas de cubierta cruzadas (índice) | | 1.252 | 1.252 | 1.252 | 1.252 | 1.255 | 1.156 |

En las Tablas 2 a 6 anteriores, se observa que, en los neumáticos de acuerdo con la presente invención, se ha logrado una excelente resistencia al corte y una excelente resistencia a la propagación de grietas de las capas de cubierta cruzadas, al tiempo que se ha suprimido el desgaste irregular.

Descripción de símbolos

- 5 1: filamento del núcleo
- 2: filamento de la vaina
- 11: núcleo
- 12: vaina
- 20: cable de acero
- 10 100: neumático de rueda
- 101: núcleo de talón
- 102: carcasa
- 103: capa de cubierta
- 104: parte de banda de rodadura
- 15 105: parte de pared lateral
- 106: parte de talón

REIVINDICACIONES

5. 1. Un neumático (100) de rueda que comprende: una cubierta, compuesta por al menos tres capas de (103) de cubierta en el lado exterior, según la dirección radial del neumático, de una carcasa (102), de tal manera que las al menos tres capas (103) de cubierta comprenden dos capas de cubierta cruzadas (103) que están inclinadas en direcciones opuestas a través del plano ecuatorial del neumático,

en el que un material de refuerzo de las capas de cubierta cruzadas (103) es un cable de acero (20) que tiene una estructura de capas trenzadas que comprende un núcleo (11), compuesto por dos filamentos (1) de núcleo, y una vaina (12), compuesta por ocho filamentos (2) de vaina que están trenzados unos con otros alrededor del núcleo (11),

de tal modo que los dos filamentos (1) de núcleo tienen una sección transversal circular y están trenzados entre sí, y

10. una cantidad de cables de acero (20) en las capas de cubierta cruzadas (103), que está representada por la siguiente Ecuación (1), es de 23 a 49:

Diámetro de cable de acero (mm) x cómputo de extremos de cable de acero (cables de acero / 50 mm) (1).

caracterizado por que:

15. la dirección de trenzado de los filamentos (1) del núcleo es diferente de la dirección de trenzado de los filamentos (2) de la funda.

2. El neumático (100) de rueda de acuerdo con la reivindicación 1, en el que una capa de cubierta más externa (103) de entre las al menos tres capas (103) de cubierta tiene una cantidad de cables de acero (20) de 37 a 49, y la cantidad de cables de acero (20) de las capas de cubierta cruzadas (103) no es mayor que la cantidad de cables de acero (20) de la capa de cubierta más externa (103).

20. 3. El neumático (100) de rueda de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la cantidad de cables de acero (20) de la capa de cubierta más externa (103) es entre el 100% y el 217% de la cantidad de cables de acero (20) de las capas de cubierta cruzadas (103).

25. 4. El neumático (100) de rueda de acuerdo con la reivindicación 2 o la reivindicación 3, en el que una distancia entre cables de acero (20), G1 (mm), de la capa de cubierta más externa (103) y una distancia entre cables de acero (20), G2 (mm), de las capas de cubierta cruzadas (103) satisfacen una relación representada por la siguiente Ecuación (2):

$$0.1 \leq G1 \leq G2 \leq 1.8 \quad (2).$$

30. 5. El neumático (100) de rueda de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en el que la distancia entre cables de acero (20), G1 (mm), de la capa de cubierta más externa (103) y la distancia entre cables de acero (20), G2 (mm), de las capas de cubierta cruzadas (103) satisfacen una relación representada por la siguiente Ecuación (3):

$$0.05 \leq G1/G2 < 1.0 \quad (3).$$

35. 6. El neumático (100) de rueda de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que un diámetro Dc de los filamentos (1) del núcleo y un diámetro Ds de los filamentos (2) de la vaina satisfacen una relación representada por la siguiente Ecuación (4):

$$0.90 \leq Ds/Dc \leq 1.10 \quad (4).$$

7. El neumático (100) de rueda de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que el diámetro Dc de los filamentos (1) del núcleo y el diámetro Ds de los filamentos (2) de la vaina son el mismo.

40. 8. El neumático (100) de rueda de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que el diámetro Dc de los filamentos (1) del núcleo y el diámetro Ds de los filamentos (2) de la vaina son, ambos, de entre 0,30 mm y 0,55 mm.

9. El neumático (100) de rueda de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 8, en el que el paso de trenzado de los filamentos (1) del núcleo es de entre 5 mm y 15 mm.

10. El neumático (100) de rueda de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que el paso de trenzado de los filamentos (2) de la vaina es de entre 9 mm y 30 mm.

FIG. 1

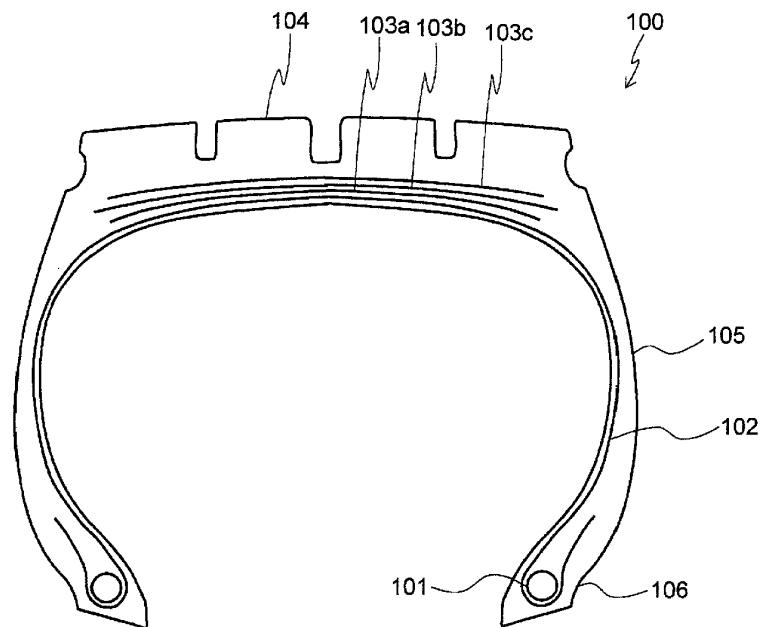


FIG. 2

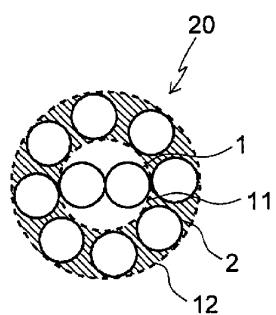


FIG. 3 A

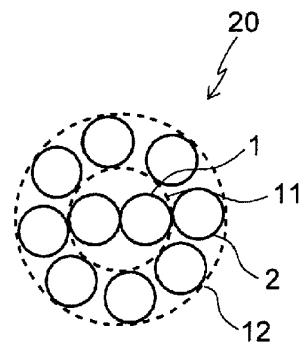


FIG. 3 B

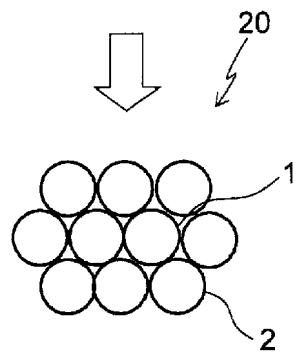


FIG. 4 A

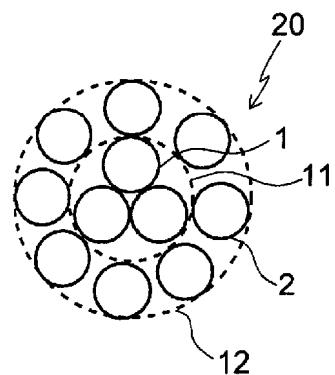


FIG. 4 B

