

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 688 292**

51 Int. Cl.:

B60C 15/00 (2006.01)

B60C 15/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.03.2012 PCT/JP2012/055879**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.09.2012 WO12121305**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.03.2012 E 12754499 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.07.2018 EP 2641755**

54 Título: **Neumático**

30 Prioridad:
07.03.2011 JP 2011049698

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
31.10.2018

73 Titular/es:
**BRIDGESTONE CORPORATION (100.0%)
10-1, Kyobashi 1-chome Chuo-ku
Tokyo 104-8340, JP**

72 Inventor/es:
MORI ARATA

74 Agente/Representante:
ELZABURU, S.L.P

ES 2 688 292 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 en el que una capa de carcasa está doblada hacia arriba alrededor de almas de talón, en particular, a un neumático en el que la durabilidad de las porciones de talón ha sido mejorada.

Antecedentes de la técnica

10 Cuando un neumático de estructura radial es sometido a una carga se ejercen momentos de flexión en las porciones de talón junto con deformación por la que las porciones de talón son aplastadas hacia fuera, en la dirección axial del neumático, en las regiones de los lados exteriores de las pestañas de la llanta en la dirección radial del neumático. Por esta razón es ejercida fuerza de tracción en los lados interiores de las porciones de talón del neumático y fuerza de compresión en los lados exteriores de las porciones de talón del neumático, con el eje neutro de flexión a modo de límite. La fuerza de compresión es ejercida en los cables de las porciones de la capa de carcasa vueltas en torno a las almas de talón generando esfuerzo de compresión, y cuando el esfuerzo de compresión es excesivo puede producirse fractura por fatiga de los cables de la capa de carcasa.

15 Convencionalmente, han sido propuestos neumáticos para vehículos de construcción en los que la durabilidad de las porciones de talón es mejorada por inhibición del esfuerzo de compresión de los cables de las porciones vueltas y de la fractura por fatiga de las porciones vueltas (véanse, por ejemplo, las citas de patentes 1 y 2).

20 En los neumáticos de las citas de patente 1 y 2, el esfuerzo de compresión y la fractura por fatiga de los cables de las porciones vueltas se inhiben merced a la reducción gradual de la distancia entre cables de la porción de cuerpo y las porciones vueltas de la carcasa desde las almas de talón hacia fuera, en la dirección radial del neumático, hasta que la distancia entre cables sea primero un valor mínimo y aumente después gradualmente hasta un valor máximo para optimizar de ese modo la distancia, etcétera, desde la línea de base de la llanta aplicable a las posiciones en las que la distancia entre cables sea el valor mínimo y el valor máximo.

25 En las regiones comprimidas de los lados exteriores del eje neutro de flexión los esfuerzos de cizalladura y compresión disminuyen de manera proporcional a la distancia de las superficies exteriores de las porciones de talón, por lo que en la técnica convencional la concentración local de esfuerzo de compresión en las porciones vueltas es evitada y la fractura de cables es inhibida merced a la provisión, en la proximidad del eje neutro de flexión, de una zona en la que se concentra el esfuerzo de compresión de las porciones vueltas y que se convierte en el centro en el que la fractura de cables tiene lugar.

Lista de citas*Bibliografía de patente*

Cita de patente 1: JP-A No. 2009-113715

Cita de patente 2: JP-A No. 4-185510

Cita de patente 3: EP 2 617 585 A1

Compendio de la invención*Problema técnico*

40 En neumáticos convencionales, la fractura por fatiga de los cables de las porciones vueltas se inhibe merced a la reducción gradual de la distancia entre cables de la porción de cuerpo y las porciones vueltas de la carcasa desde las almas de talón hacia fuera en la dirección radial del neumático hasta que la distancia entre cables sea primero un valor mínimo y aumente después gradualmente hasta alcanzar un valor máximo, pero cuando el neumático está sometido a una carga y las porciones de talón están deformadas se concentra tensión en el caucho entre la porción de cuerpo y las porciones vueltas en las partes en que la distancia entre cables ha sido reducida al valor mínimo, y cuando una carga excesiva actúa en entornos particularmente severos pueden formarse grietas en este caucho, de manera que hay margen de mejora de la durabilidad de las porciones del talón.

45 Teniendo en cuenta las circunstancias anteriores, un objeto de la presente invención consiste en inhibir el esfuerzo de compresión generado en las porciones vueltas de la carcasa, inhibir la fractura por fatiga de los cables en las porciones vueltas de la carcasa, mitigar la concentración de tensión generada en el caucho entre la porción de cuerpo y las porciones vueltas, y, por tanto, mejorar la durabilidad de las partes de talón.

Solución del problema

50 De acuerdo con un primer aspecto, la invención se refiere a un neumático reivindicado mediante la reivindicación 1.

El funcionamiento del neumático de acuerdo con el primer aspecto es descrito a continuación.

Si el neumático es sometido a una carga que produce una deformación por la que las porciones de talón son aplastadas hacia fuera en la dirección radial del neumático, los lados exteriores del eje neutro de flexión en la dirección axial del neumático experimentan deformación (esfuerzo) de compresión, por lo que sobre los cables de carcasa radial de las porciones vueltas de la capa de carcasa se ejercería fuerza de compresión, pero al prever, en la mitad de las porciones vueltas, primeras secciones en las que la distancia entre cables de la porción de cuerpo y las porciones vueltas disminuye gradualmente desde las almas de talón hacia fuera en la dirección radial del neumático, segundas secciones dispuestas en los lados exteriores de las primeras secciones en la dirección radial del neumático y en las que la distancia entre cables aumenta gradualmente hacia fuera a partir de las almas de talón en la dirección radial del neumático, y primeras secciones de distancia invariante que interconectan las partes exteriores de las primeras secciones en la dirección radial del neumático y las partes interiores de las segundas secciones en la dirección radial del neumático y en las que la distancia entre cables es constante, los cables de carcasa radial de las porciones vueltas en las primeras secciones de distancia invariante están más cerca de la porción de cuerpo de la capa de carcasa, que de manera sustancial es el eje neutro de flexión, por lo que el esfuerzo de compresión que se ejerce en los cables de carcasa radial de las porciones vueltas se reduce, y la fractura por fatiga de la capa de carcasa radial de las porciones vueltas causada por esta fuerza de compresión puede ser inhibida.

En consecuencia, disponer primeras secciones de distancia invariante, en las que la distancia entre cables de la porción de cuerpo y las porciones vueltas es pequeña, en alineación con el sitio en que la fuerza de compresión que actúa sobre los cables de carcasa radial de las porciones vueltas es máxima es lo más eficaz para inhibir la fractura por fatiga de la capa de carcasa radial.

En el neumático de acuerdo con el primer aspecto, la dirección de los cables de carcasa radial no cambia bruscamente como consecuencia de que las primeras secciones, en las que la distancia entre cables de la porción de cuerpo y las porciones vueltas disminuye gradualmente desde las almas de talón hacia fuera en la dirección radial del neumático, y las segundas secciones, en las que la distancia entre cables aumenta gradualmente desde las almas de talón hacia fuera en la dirección radial del neumático, estén interconectadas directamente como en neumáticos convencionales; por el contrario, las primeras secciones de distancia invariante, que se extienden de tal manera que interconectan las partes exteriores de las primeras secciones en la dirección radial del neumático y las partes interiores de las segundas secciones en la dirección radial del neumático, y en las que la distancia entre cables de la porción de cuerpo y las porciones vueltas es constante, están dispuestas entre las primeras y las segundas secciones, de manera que en comparación con neumáticos convencionales, carentes de primeras secciones de distancia invariante, se inhibe la concentración de tensión en el caucho entre los cables de las porciones vueltas y los cables de la porción de cuerpo en las partes situadas entre las primeras secciones y las segundas secciones, mejorando la durabilidad de las porciones de talón como consecuencia de la inhibición de la formación de grietas en este caucho.

La distancia entre cables de la porción de cuerpo y las porciones vueltas es definida como la longitud (distancia entre centros de cable) de la normal desde el centro de uno de los cables del lado más exterior de la porción de cuerpo en la dirección axial del neumático hasta el centro de uno de los cables del lado más interior de las porciones vueltas en la dirección axial del neumático.

Al usar un molde para fabricar el neumático, la capa de carcasa y el caucho se mueven a causa de la presión en el momento del moldeo, de manera que un problema que se plantea en la práctica es la dificultad de conseguir que la distancia entre cables en las primeras secciones de distancia invariante sea sustancialmente constante, esto es, conseguir un error de fabricación cero. En consecuencia, cuando en la presente invención se dice que la distancia entre cables en las primeras secciones de distancia invariante es constante, se pretende que el término "constante" incluya, como error en el momento de la fabricación, fluctuaciones de $\pm 10\%$ con respecto a la distancia media entre cables en las primeras secciones de distancia invariante.

De acuerdo con un segundo aspecto, en el neumático referido al primer aspecto la longitud de las primeras secciones de distancia invariante medida en la dirección radial del neumático varía en el margen de entre el 40% y el 60% de la altura de la pestaña de una llanta aplicable.

El funcionamiento del neumático de acuerdo con el segundo aspecto es descrito a continuación.

Al ajustar la longitud de las primeras secciones de distancia invariante, medida en la dirección radial del neumático, en el margen de entre el 40% y el 60% de la altura de la pestaña de la llanta aplicable se consigue un gran efecto mitigador de concentración de tensión.

Si la longitud de las primeras secciones de distancia invariante medida en la dirección radial del neumático es menor que el 40% de la altura de la pestaña de la llanta aplicable no se consigue un gran efecto mitigador de concentración de tensión.

Por otro lado, si la longitud de las primeras secciones de distancia invariante medida en la dirección radial del neumático es mayor que el 60% de la altura de la pestaña de la llanta aplicable, el volumen de los rigidizadores se reduce y el funcionamiento intrínseco de los rigidizadores, que consiste en garantizar la rigidez de las partes de talón, tiende a cesar.

En consecuencia, para conseguir un gran efecto mitigador de concentración de tensión se prefiere ajustar la longitud de las primeras secciones de distancia invariante en el margen antedicho.

La "llanta aplicable" consiste en una llanta estándar ("homologada" o "recomendada") de un tamaño aplicable descrito por los estándares que siguen.

- 5 Los estándares son determinados por los estándares industriales vigentes en la región en que el neumático es fabricado o usado. Por ejemplo, los estándares son prescritos en Japón por Year Book of the Japan Automobile Tyre Manufacturers Association, Inc. (JATMA); en EE.UU., por Year Book of the Tire and Rim Association, Inc. (TRA); y en Europa, por Standards Manual of the European Tire and Rim Technical Organization.

- 10 Las dimensiones son medidas en un estado en que el neumático, montado en una llanta estándar ("homologada" o "recomendada") que corresponda al tamaño del neumático determinado por los estándares, haya sido inflado con la presión de aire que corresponda a la carga máxima (capacidad de carga máxima) de una única rueda del tamaño aplicable descrito en los estándares.

- 15 De acuerdo con un tercer aspecto, si en el neumático referido al primero y al segundo aspectos a representa un valor mínimo de la distancia entre cables de la porción de cuerpo y las porciones vueltas en las primeras secciones, las primeras secciones de distancia invariante y las segundas secciones, y b representa un valor máximo de la distancia entre cables de la porción de cuerpo y las porciones vueltas en las segundas secciones, a/b se encuentra en el margen de entre 0,7 y 0,9.

El funcionamiento del neumático de acuerdo con el tercer aspecto es descrito a continuación.

- 20 Al ajustar a/b en el margen de entre 0,7 y 0,9 puede conseguirse un alto grado de equilibrio entre aseguramiento de rigidez a la flexión de las porciones de talón y reducción de esfuerzo de compresión creado en las porciones vueltas.

Si el valor de a/b es muy pequeño, la distancia entre cables es muy pequeña en las primeras secciones de distancia invariante, la rigidez a la flexión de las partes de talón no es suficiente, las porciones de talón se aplastan mucho y esto da lugar a un aumento del esfuerzo de cizalladura del caucho entre las porciones vueltas y la porción de cuerpo.

- 25 Por otro lado, si el valor a/b es muy grande, las porciones vueltas de la capa de carcasa se alejan en exceso de la porción de cuerpo en las primeras secciones de distancia invariante y el esfuerzo de compresión creado en los cables de la carcasa radial aumenta.

- 30 De acuerdo con un cuarto aspecto, en el neumático referido a cualquiera de los aspectos primero a tercero la carcasa presenta también terceras secciones previstas en los lados exteriores de las segundas secciones en la dirección radial del neumático y en las que la distancia entre cables de la porción de cuerpo y las porciones vueltas de la capa de carcasa disminuye gradualmente hacia fuera desde las almas de talón en la dirección radial del neumático, y segundas secciones de distancia invariante que se extienden desde partes exteriores de las terceras secciones en la dirección radial del neumático hasta partes exteriores de las porciones vueltas en la dirección radial del neumático, y en las que la distancia entre cables de la porción de cuerpo y las porciones vueltas es constante.

El funcionamiento del neumático de acuerdo con el cuarto aspecto es descrito a continuación.

- 35 La carcasa de un neumático común está configurada de manera que la distancia entre cables de las porciones vueltas y la porción de cuerpo de la capa de carcasa se reduzca gradualmente hacia fuera en la dirección radial del neumático de forma que, eventualmente, las partes exteriores de las porciones vueltas en la dirección radial del neumático sean paralelas a la porción de cuerpo.

- 40 A medida que la distancia entre la porción de cuerpo y las porciones vueltas de la capa de carcasa se reduce, el esfuerzo de cizalladura del caucho entre los cables de carcasa radial de la porción de cuerpo y los cables de carcasa radial de las porciones vueltas tiende a aumentar, y si el neumático es usado en condiciones particularmente severas existe el riesgo de que esto provoque separación en el caucho situado entre los cables de carcasa radial de la porción de cuerpo y los cables de carcasa radial de las porciones vueltas durante el periodo de utilización del neumático.

- 45 En el neumático de acuerdo con el cuarto aspecto, las segundas secciones de distancia invariante, en las que la distancia entre cables de la porción de cuerpo y las porciones vueltas de la capa de carcasa es constante, se extienden en los lados exteriores de las terceras secciones en la dirección radial del neumático, de manera que es difícil que se concentre tensión en el caucho entre los cables de carcasa radial de las partes exteriores de las porciones vueltas en la dirección radial del neumático y los cables de carcasa radial de la porción de cuerpo, inhibiéndose la eventualidad de separación en este caucho.

- 50 En el neumático de acuerdo con el primer aspecto la longitud de las segundas secciones de distancia invariante medida en la dirección radial del neumático varía en el margen de entre el 70% y el 85% de la altura de la pestaña de llanta aplicable.

El funcionamiento del neumático de acuerdo con este aspecto es descrito a continuación.

Al ajustar la longitud de las segundas secciones de distancia invariante, medida en la dirección radial del neumático, en el margen de entre el 70% y el 85% de la altura de la pestaña de la llanta aplicable se consigue un gran efecto mitigador de concentración de tensión en el caucho entre los cables de carcasa radial de las partes exteriores de las porciones vueltas en la dirección radial del neumático y los cables de carcasa radial de la porción de cuerpo.

- 5 Si la longitud de las segundas secciones de distancia invariante medida en la dirección radial del neumático es menor que el 70% de la altura de la pestaña de la llanta aplicable ya no se consigue un gran efecto mitigador de concentración de tensión en el caucho entre las partes exteriores de las porciones vueltas y la porción de cuerpo en la dirección radial del neumático.

- 10 Por otro lado, si la longitud de las segundas secciones de distancia invariante medida en la dirección radial del neumático supera el 85% de la altura de la pestaña de la llanta aplicable, el esfuerzo de compresión de los cables de carcasa radial de las porciones vueltas empeora, lo que provoca la rotura de cables de carcasa vuelta.

En consecuencia se prefiere ajustar la longitud de las segundas secciones de distancia invariante en el margen que antecede.

- 15 De acuerdo con un quinto aspecto, si en el neumático b representa un valor máximo de la distancia entre cables de la porción de cuerpo y las porciones vueltas en las segundas secciones y c representa la distancia entre cables en las segundas secciones de distancia invariante, c/b varía en el margen de entre 0,45 y 0,60.

El funcionamiento del neumático de acuerdo con el quinto aspecto es descrito a continuación.

- 20 Al ajustar c/b en el margen de entre 0,45 y 0,60 puede conseguirse un alto grado de equilibrio entre concentración de tensión en el caucho entre los cables de carcasa radial de las partes exteriores de las porciones vueltas en la dirección radial del neumático y los cables de carcasa radial de la porción de cuerpo, y reducción de esfuerzo de compresión de los cables de carcasa radial de las porciones vueltas.

Si el valor c/b es muy pequeño, la distancia entre la porción de cuerpo y las porciones vueltas de la capa de carcasa acaba siendo muy pequeña y la concentración de tensión en el caucho entre la porción de cuerpo y las porciones vueltas de la capa de carcasa ya no puede ser mitigada.

- 25 Por otro lado, si el valor c/b es muy grande, las porciones vueltas de la capa de carcasa acaban muy lejos de la porción de cuerpo, el esfuerzo de compresión de los cables de carcasa radial de las porciones vueltas empeora, y esto provoca la rotura de cables de carcasa vuelta.

- 30 De acuerdo con un sexto aspecto, la invención se refiere a un neumático de acuerdo con cualquiera de los aspectos primero a quinto en el que extremos exteriores de los rigidizadores en la dirección radial de neumático están posicionados en lados interiores de extremos exteriores de las porciones vueltas en la dirección radial del neumático, y entre las porciones vueltas y la porción de cuerpo hay dispuestas capas de caucho inhibidoras del crecimiento de grietas cuyo módulo elástico es menor que el del caucho que constituye los rigidizadores y que se extienden desde los extremos exteriores de los rigidizadores en la dirección radial del neumático hacia los extremos exteriores de las porciones vueltas en la dirección radial del neumático.

- 35 El funcionamiento del neumático de acuerdo con el sexto aspecto es descrito a continuación.

- 40 En el neumático de acuerdo con el sexto aspecto las capas de caucho inhibidoras del crecimiento de grietas, cuyo módulo elástico es menor que el del caucho que constituye los rigidizadores, están dispuestas en los lados exteriores de los rigidizadores en la dirección radial del neumático, de manera que incluso en el caso en que por alguna razón se produzca una separación en las partes exteriores de los rigidizadores en la dirección radial del neumático el crecimiento hacia fuera en la dirección radial del neumático de la separación creada entre la porción de cuerpo y las porciones vueltas es inhibido merced a la presencia de las capas de caucho inhibidoras del crecimiento de grietas posicionadas en los lados exteriores de los rigidizadores en la dirección radial del neumático y cuyo módulo elástico es pequeño.

Efectos ventajosos de la invención

- 45 Como ha sido descrito, el neumático de acuerdo con el primer aspecto recibe la configuración antedicha para que presente el efecto superior de inhibir el esfuerzo de compresión creado en las porciones vueltas de carcasa, inhibir la fractura por fatiga de las porciones vueltas de carcasa, mitigar la concentración de tensión en el caucho entre los cables de carcasa radial de las porciones vueltas y los cables de carcasa radial de la porción de cuerpo, y, por tanto, mejorar la durabilidad de las porciones de talón.

- 50 El neumático de acuerdo con el segundo aspecto recibe la configuración antedicha para que presente un gran efecto mitigador de concentración de tensión entre las primeras y las segundas secciones.

El neumático de acuerdo con el tercer aspecto recibe la configuración antedicha para que presente un alto grado de equilibrio entre aseguramiento de rigidez a la flexión de las porciones de talón y reducción de esfuerzo de compresión creado en los cables de carcasa radial de las porciones vueltas.

El neumático de acuerdo con el cuarto aspecto recibe la configuración antedicha para que la eventualidad de separación causada por concentración de tensión en el caucho entre los cables de carcasa radial de las partes exteriores de las porciones vueltas en la dirección radial del neumático y los cables de carcasa radial de la porción de cuerpo sea inhibida.

- 5 El neumático de acuerdo con el primer aspecto recibe la configuración antedicha para que presente además un gran efecto mitigador de concentración de tensión en el caucho entre los cables de carcasa radial de las partes exteriores de las porciones vueltas en la dirección radial del neumático y los cables de carcasa radial de la porción de cuerpo.

- 10 El neumático de acuerdo con el quinto aspecto recibe la configuración antedicha para que presente un alto grado de equilibrio entre concentración de tensión en el caucho entre los cables de carcasa radial de las partes exteriores de las porciones vueltas en la dirección radial del neumático y reducción de esfuerzo de compresión de los cables de carcasa radial de las porciones vueltas.

El neumático de acuerdo con el sexto aspecto recibe la configuración antedicha para que el crecimiento hacia fuera en la dirección radial del neumático de una separación que haya tenido lugar entre la porción de cuerpo y las porciones vueltas sea inhibido.

15 **Breve descripción de los dibujos**

La figura 1 es una vista de un neumático en sección transversal por su eje de rotación de acuerdo con una realización;

la figura 2 es una vista en sección transversal de una porción de talón y parte de una porción de pared lateral del neumático mostrado en la figura 1;

- 20 la figura 3 es una vista en sección transversal ampliada de una porción de cuerpo en una primera sección de distancia invariante;

la figura 4 es una vista en sección transversal ampliada de la porción de cuerpo en una segunda sección de distancia invariante;

la figura 5 es una vista en sección transversal ampliada de una porción de talón; y

la figura 6 es una vista en sección transversal ampliada de la porción de talón.

25 **Descripción de realización**

Una realización de la presente invención será descrita en lo que sigue en relación con los dibujos.

- 30 Como muestra la vista en sección transversal por el eje de rotación del neumático de la figura 1, un neumático 10 de acuerdo con la presente realización está provisto de una carcasa 13 dispuesta toroidalmente a modo de puente entre un par de porciones de talón 12. La carcasa 13 de la presente realización está hecha a partir de una capa 14 de carcasa cuyos dos lados de extremo en la dirección de la anchura del neumático están doblados hacia arriba, de dentro afuera en la dirección de la anchura del neumático, en torno a almas 16 de talón empotradas en las porciones de talón 12. La sección de la capa 14 de carcasa a modo de puente entre las dos almas 16 de talón será denominada porción de cuerpo 14A, y las secciones de la capa 14 de carcasa dobladas hacia arriba y hacia fuera en la dirección de la anchura del neumático en torno a las almas 16 de talón serán denominadas porciones vueltas 14B.

- 35 El neumático 10 mostrado en sección transversal por su eje de rotación en la figura 1 es un neumático radial para cargas pesadas con razón de aspecto del 90%, montado en una llanta 15 que corresponde al tamaño del neumático prescrito por TRA e inflado con la presión de aire que corresponde a la carga máxima (capacidad de carga máxima) de una única rueda del tamaño aplicable descrito por los estándares.

- 40 La capa 14 de carcasa presenta una estructura común en la que una pluralidad de cables (por ejemplo, de acero o de fibra orgánica) paralelos entre sí están revestidos de caucho, extendiéndose los cables en dirección radial en las porciones laterales del neumático y en dirección axial en el plano ecuatorial CL del neumático. La porción de cuerpo 14A de la capa 14 de carcasa en general presenta forma de arco sustancialmente circular, convexo hacia fuera en la dirección de la anchura del neumático excepto en las cercanías de las almas de talón.

- 45 Como muestra la figura 2, hay primeros rigidizadores 18 situados entre la porción de cuerpo 14A y las porciones vueltas 14B de la capa 14 de carcasa, y segundos rigidizadores 19 situados en los lados de la superficie exterior de las porciones vueltas 14B.

Es característica de la carcasa 13 de la presente realización la configuración de sección transversal de las porciones de talón 12 y las porciones de pared lateral 17; específicamente, la separación de las porciones vueltas 14B en relación con la porción de cuerpo 14A de la capa 14 de carcasa es diferente entre secciones.

- 50 Como muestra la figura 2, la distancia entre cables de la porción de cuerpo 14A y las porciones vueltas 14B de la capa 14 de carcasa primero disminuye gradualmente a partir de las almas 16 de talón hacia fuera, en la dirección radial del

neumático. Estas secciones de la carcasa 13 en que la distancia entre cables disminuye gradualmente a partir de las almas 16 de talón hacia fuera, en la dirección radial del neumático, serán denominadas primeras secciones 13A de la carcasa 13 en la presente realización.

5 En la carcasa 13, segundas secciones 13B en las que la distancia entre cables aumenta gradualmente hacia fuera en la dirección radial del neumático están dispuestas hacia fuera en la dirección radial del neumático, a distancia de las primeras secciones 13A.

10 En la carcasa 13, las partes exteriores de las primeras secciones 13A en la dirección radial del neumático y las partes interiores de las segundas secciones 13B en la dirección radial del neumático están interconectadas mediante primeras secciones de distancia invariante 13C en las que la distancia entre cables es constante. Se prefiere que la longitud L_c de las primeras secciones de distancia invariante 13C, medida en la dirección radial del neumático, se encuentre en el margen de entre el 40% y el 60% de la altura H_f de la pestaña de la llanta 15 (figura 1).

Ha de entenderse que en la presente realización la expresión "la distancia entre cables es constante" incluye fluctuaciones de grosor de $\pm 10\%$ por error en el momento de fabricación.

15 La parte exterior de la primera sección 13A en la dirección radial del neumático es la parte en que es menor la distancia entre cables en la primera sección 13A, y la parte interior de la segunda sección 13B en la dirección radial del neumático es la parte en que es menor la distancia entre cables en la segunda sección 13B.

20 En el presente caso, si a representa el valor mínimo de la distancia entre cables de la porción de cuerpo 14A y las porciones vueltas 14B en las primeras secciones 13A, las primeras secciones de distancia invariante 13C y las segundas secciones 13B, y W representa la anchura máxima de las almas 16 de talón medida en la dirección axial del neumático, se prefiere que a/W se encuentre en el margen de entre 0,3 y 0,5.

25 Si el valor mínimo a es menor que el 30% de la anchura máxima W de las almas 16 de talón, la rigidez a la flexión de los primeros rigidizadores en la sección no resulta suficiente. Por otro lado, si el valor mínimo es mayor que el 50% de la anchura máxima W de las almas 16 de talón, las porciones vueltas 14B acaban por alejarse mucho de la porción de cuerpo 14A y el esfuerzo de compresión creado en la porción vuelta 14B aumenta de manera notable. Además, si las porciones vueltas 14B se acercan demasiado a las superficies exteriores de las porciones de talón 12 aumenta el esfuerzo de cizalladura del caucho entre las superficies exteriores de las porciones de talón 12 y las porciones vueltas 14B, y la durabilidad de las porciones de talón 12 ya no puede ser mejorada.

30 En el presente caso, si a (figura 2) representa el valor mínimo de la distancia entre cables de la porción de cuerpo 14A y las porciones vueltas 14B en las primeras secciones 13A, las primeras secciones de distancia invariante 13C y las segundas secciones 13B, y b (figura 5) representa el valor máximo de la distancia entre cables de la porción de cuerpo 14A y las porciones vueltas 14B en las segundas secciones 13B, se prefiere que a/b se encuentre en el margen de entre 0,7 y 0,9. En la presente realización el valor mínimo a es la distancia entre cables en las primeras secciones de distancia invariante 13C y el valor máximo b es la distancia entre cables en las porciones de extremo más exterior de las segundas secciones 13B en la dirección radial del neumático (distancia entre cables en partes de límite entre segundas secciones 13B y terceras secciones 13D descritas en lo que sigue).

35 Terceras secciones 13D en las que la distancia entre cables disminuye gradualmente hacia fuera en la dirección radial del neumático están conectadas con partes exteriores de las segundas secciones 13B en la dirección radial del neumático.

40 Además, en las partes exteriores de las terceras secciones 13D en la dirección radial del neumático hay previstas segundas secciones de distancia invariante 13E que se extienden hacia fuera desde los extremos exteriores de las terceras secciones 13D en la dirección radial del neumático, y en las que la distancia entre cables es constante.

Se prefiere que la longitud L_e de las segundas secciones de distancia invariante 13E, medida en la dirección radial del neumático, se encuentre en el margen de entre el 70% y el 80% de la altura H_f de la pestaña de la llanta aplicable.

45 Además, si c representa la distancia entre cables de las segundas secciones de distancia invariante 13E, se prefiere que c/b se encuentre en el margen de entre 0,45 y 0,60.

50 En la presente realización, la posición de anchura máxima $W_{m\acute{a}x}$ de la porción de cuerpo 14A de la capa 14 de carcasa del neumático está situada en el lado exterior, en la dirección radial del neumático, a una distancia 3,4 veces mayor que la altura H_f de la pestaña de llanta, medida desde la línea de base L_d que se extiende paralelamente a la dirección axial del neumático y que sirve de referencia para medir el diámetro R de la llanta 15 prescrita por TRA en la que el neumático 10 ha de ser montado. Aunque en la presente realización la posición de anchura máxima $W_{m\acute{a}x}$ esté situada en el lado exterior en la dirección radial del neumático a una distancia 3,4 veces mayor que la altura H_f de la pestaña de llanta, la posición de anchura máxima $W_{m\acute{a}x}$ del neumático puede no estar situada en el lado exterior en la dirección radial del neumático a una distancia 3,4 veces mayor que la altura H_f de la pestaña de llanta.

55 En el presente caso, si θ_f es el ángulo (medido en el lado exterior de la posición de anchura máxima $W_{m\acute{a}x}$ del neumático en la dirección radial del neumático y en el lado de la superficie exterior del neumático) formado por la

tangente L_{t1} al eje geométrico de los cables en la parte en que la porción de cuerpo 14A presenta su posición de anchura máxima $W_{máx}$ en el neumático y una paralela L_{n1} al eje de rotación del neumático, se prefiere que θ_1 satisfaga la relación $80^\circ < \theta_1 < 90^\circ$.

5 Se prefiere, además, que el eje geométrico de los cables en la proximidad de la posición de anchura máxima del neumático (en la presente realización esto significa un margen de posiciones separadas hasta en un 15% de la altura H_f de la pestaña de llanta hacia dentro y hacia fuera en la dirección radial del neumático centrada en la posición de anchura máxima $W_{máx}$ del neumático) se extienda de manera sustancialmente lineal. En la presente realización “de manera sustancialmente lineal” significa que el radio de curvatura es mayor o igual que 300 mm (con límite superior infinito).

10 La posición de anchura máxima $W_{máx}$ del neumático en la presente realización está situada en las porciones medias de las segundas secciones de distancia invariante 13E en la dirección radial del neumático.

15 Si R es el diámetro de llanta, L_{n2} es la normal al eje geométrico de los cables de la porción de cuerpo 14A desde una posición de superficie exterior P_1 situada a una distancia $R/2+1,18H_f$ del centro de rotación del neumático, hacia fuera, en la dirección radial del neumático, M_1 es el punto de intersección de la normal L_{n2} y del eje geométrico de los cables de la porción de cuerpo 14A, y θ_2 es el ángulo formado por una tangente al eje geométrico de los cables de la porción de cuerpo 14A y la paralela L_{n3} al eje de rotación del neumático por el punto de intersección M_1 , se prefiere que se cumpla la relación $40^\circ < \theta_2 < 50^\circ$.

20 Los puntos de intersección M_1 están situados en las porciones medias de las primeras secciones de distancia invariante 13C en la dirección radial del neumático, y las proximidades de estos puntos de intersección M_1 son partes en las que la deformación del caucho es máxima cuando las porciones de talón 12 han sido aplastadas a consecuencia de una carga.

25 En relación con la resistencia al calentamiento desde las partes de talón 12 hasta las paredes laterales 17, resulta eficaz reducir el grosor del caucho que constituye la fuente de calentamiento (acumulación de calor). Para este fin es eficaz situar la porción de cuerpo 14A y la porción vuelta 14B de la capa de carcasa lo más cerca posible del contorno del neumático (superficie exterior del neumático). Y para este fin es necesario hacer que el ángulo θ_1 sea grande y el ángulo θ_2 pequeño.

Se prefiere por tanto que θ_1 sea grande y θ_2 sea pequeño, siendo márgenes preferidos para ambos ángulos $80^\circ < \theta_1 < 90^\circ$ y $40^\circ < \theta_2 < 50^\circ$.

30 Si θ_2 es menor o igual que 80° , la porción de cuerpo 14A del lado interior de la posición de anchura máxima $W_{máx}$ en la dirección radial del neumático tiende a abrirse con respecto a las porciones vueltas 14B, y el volumen del caucho que constituye la fuente de calor (acumulación de calor) tiende a aumentar de tal manera que la durabilidad con respecto al calentamiento empeora entre la porción de cuerpo 14A del lado interior de la posición de anchura máxima $W_{máx}$ en la dirección radial del neumático y las porciones vueltas 14B.

35 Por otra parte, si θ_1 es mayor o igual que 90° , la porción de cuerpo 14A en el lado interior de la posición de anchura máxima $W_{máx}$ en la dirección radial del neumático se acerca o se pone en contacto con las porciones vueltas 14B, y el esfuerzo de cizalladura entre la porción de cuerpo 14A y las porciones vueltas 14B empeora.

Si el ángulo θ_2 es muy pequeño, se reduce el grosor W_{1pt} del caucho en el lado exterior de las porciones vueltas 14B en la dirección axial del neumático y el grosor W_{1tm} del caucho entre las porciones vueltas 14B y la porción de cuerpo 14A.

40 En el presente caso, si el grosor W_{1pt} del caucho en los lados exteriores de las porciones vueltas 14B en la dirección radial del neumático es muy pequeño, la durabilidad de las partes de caucho en los lados exteriores de las porciones vueltas 14B en la dirección radial del neumático disminuye por el aplastamiento de las porciones de talón 12 cuando una carga es aplicada.

45 Si el grosor W_{1tm} del caucho entre las porciones vueltas 14B y la porción de cuerpo 14A es muy pequeño, el esfuerzo de cizalladura del caucho de revestimiento de la capa 14 de carcasa empeora cuando una carga es aplicada, tienden a formarse grietas y la durabilidad disminuye.

50 Si el ángulo θ_2 es muy pequeño, cuando el neumático es sometido a una carga y las porciones de talón 12 experimentan deformación por aplastamiento, la distancia entre las porciones vueltas 14B y el eje neutro de flexión tiende a aumentar en los lados interiores respecto a los puntos de medición del ángulo θ_2 en la dirección radial del neumático, la compresión de las porciones vueltas 14B tiende a empeorar y la durabilidad de los cables (filamentos) con respecto al corte tiende a disminuir.

En consecuencia, se prefiere que se cumpla la relación $40^\circ < \theta_2 < 50^\circ$.

Se prefiere que en la proximidad del punto de intersección M_1 (en la presente realización, esto significa un margen de posiciones separadas hasta en un 45% de la altura H_f de la pestaña de llanta hacia dentro y hacia fuera en la dirección

radial del neumático centrada en el punto de intersección M_1) el eje geométrico L_2 de los cables se extienda de manera sustancialmente lineal. En Japón, las mediciones dimensionales son realizadas en un estado en que el neumático, montado en una llanta prescrita (llanta estándar de acuerdo con Year Book of the Japan Automobile Tyre Manufacturers Association, Inc. (JATMA), edición de 2011), haya sido inflado con la presión interna prescrita (presión de aire que corresponda a la capacidad de carga máxima JATMA) y se encuentre en estado no cargado. Fuera de Japón, la presión interna es la presión de aire que corresponde a la carga máxima (capacidad de carga máxima) de una rueda descrita en los estándares que siguen, siendo la llanta una llanta estándar (“homologada” o “recomendada”) del tamaño aplicable descrito en los estándares que siguen. Los estándares son determinados por estándares industriales vigentes en la región en que el neumático es fabricado o usado. A modo de ejemplo, en EE.UU. el estándar es Year Book of the Tire and Rim Association, Inc. (TRA), y en Europa es Standards Manual of the European Tire and Rim Technical Organization.

En el presente caso, se prefiere que el eje geométrico L_1 de los cables del lado de la posición de anchura máxima de la porción de cuerpo 14A en el neumático y el eje geométrico de los cables en el lado del punto de intersección M_1 de la porción de cuerpo 14A estén conectados por un arco de circunferencia de radio R_m con centro de curvatura en el lado interior del neumático centrado en una posición separada de la línea de base L_d en una distancia $1,85H_f$ hacia fuera, en la dirección radial del neumático.

Se prefiere que la razón R_m/H_f entre el radio R_m y la altura H_f de la pestaña de llanta satisfaga la relación $1,05 < R_m/H_f < 1,55$.

Detalles de las porciones vueltas

En las porciones vueltas 14B se prefiere que el eje geométrico (L_1) de un cable en la proximidad del punto de intersección de la línea L_{n1} que pase por la posición de anchura máxima $W_{máx}$ de la porción de cuerpo 14A en el neumático y sea paralela a la dirección axial del neumático y del eje geométrico de los cables de las porciones vueltas 14B, y el eje geométrico (L_2) de un cable en la proximidad del punto de intersección de la normal L_{n2} al eje geométrico de los cables de la porción de cuerpo 14A desde la posición P_1 de la superficie exterior del neumático y del eje geométrico de los cables de las porciones vueltas 14B, estén interconectados suavemente mediante un arco de circunferencia de radio R_t con centro de curvatura en el lado interior del neumático centrado en una posición separada de la línea de base L_d en una distancia $1,85H_f$ hacia fuera, en la dirección radial del neumático.

En cuanto a la durabilidad con respecto al corte de los cables de la capa 14 de carcasa, como se muestra en la figura 5, al aumentar la distancia entre cables W_{2tm} de la porción de cuerpo 14A y las porciones vueltas 14B en las segundas secciones 13B y las terceras secciones 13D, la longitud de los cables de las porciones vueltas 14B aumenta en dichas secciones y resulta posible mitigar el esfuerzo de compresión en los cables.

Se prefiere que la razón R_t/H_f entre el radio R_t y la altura H_f de la pestaña de llanta satisfaga la relación $0,60 < R_t/H_f < 1,05$, y de modo más preferido, la relación $0,55 < R_t/R_m < 0,75$.

Si R_t/R_m es menor o igual que 0,55, el radio R_t de las porciones vueltas 14B es muy pequeño con respecto al radio R_m de la porción de cuerpo 14A, y el volumen de caucho entre la porción de cuerpo 14A y las porciones vueltas 14B aumenta, lo que es desventajoso desde el punto de vista del calentamiento.

Por otro lado, si R_t/R_m es mayor o igual que 0,75, el radio R_t de las porciones vueltas 14B aumenta y aproxima una línea recta, la longitud de los cables de las porciones vueltas 14B no puede ser aumentada en las secciones y el esfuerzo de compresión en los cables ya no puede ser mitigado.

Se prefiere que las posiciones de los extremos exteriores de las porciones vueltas 14B en la dirección radial del neumático se encuentren en un margen de distancias de entre $0,7H_f$ y $1,1H_f$ en relación con la línea de base L_d , hacia fuera, en la dirección radial del neumático.

Si las posiciones de los extremos exteriores de las porciones vueltas 14B en la dirección radial del neumático se encuentran por debajo de este margen, en la dirección radial del neumático, el esfuerzo de compresión de los cables de las porciones vueltas 14B empeora y provoca rotura de cables.

Por otra parte, si las posiciones de los extremos exteriores de las porciones vueltas 14B en la dirección radial del neumático se encuentran por encima de este margen, en la dirección radial del neumático, la concentración de tensión en el caucho entre la porción de cuerpo 14A y las porciones vueltas 14B de la capa 14 de carcasa no puede ser mitigada.

Rigidizadores

Los primeros rigidizadores 18 están posicionados entre la porción de cuerpo 14A y las porciones vueltas 14B de la capa 14 de carcasa, y los segundos rigidizadores 19 están posicionados en los lados de la superficie exterior de las porciones vueltas 14B.

Los primeros rigidizadores 18 se extienden hacia fuera desde las almas 16 de talón en la dirección radial del neumático. Los primeros rigidizadores 18 de la presente realización presentan una pluralidad de porciones de caucho con durezas

diferentes: porciones de caucho duro 28 cuyo grosor disminuye gradualmente hacia fuera en la dirección radial del neumático desde las almas 16 de talón y porciones de caucho blando 30 situadas en los lados exteriores de las porciones de caucho duro 28 en la dirección radial del neumático y cuyo módulo al 100% de alargamiento es menor (al ser más blandas) que el de las porciones de caucho duro 28.

- 5 En la presente realización, los extremos exteriores en la dirección radial del neumático de las porciones de caucho duro 28 están situados a distancias $1,35H_t$, hacia fuera en la dirección radial del neumático, de la línea de base L_d .

Por otra parte, los extremos interiores en la dirección radial del neumático de las porciones de caucho blando 30 están situados a distancias $0,75H_t$ de la línea de base L_d , hacia fuera en la dirección radial del neumático, y los extremos exteriores en la dirección radial del neumático de las porciones de caucho blando 30 están situados a distancias $2,8H_t$ de la línea de base L_d , hacia fuera en la dirección radial del neumático.

10 El grosor de las porciones de caucho duro 28 disminuye gradualmente hacia fuera desde las almas 16 de talón en la dirección radial del neumático. El grosor de las porciones de caucho blando 30 disminuye gradualmente hacia dentro en la dirección radial del neumático en las proximidades de sus extremos interiores en la dirección radial de neumático y disminuye gradualmente hacia fuera en la dirección radial del neumático en las proximidades de sus extremos exteriores en la dirección radial del neumático.

15 Los extremos exteriores de los primeros rigidizadores 18 en la dirección radial del neumático están posicionados en los lados interiores, en la dirección radial del neumático, de los extremos exteriores de las porciones vueltas 14B de la capa 14 de carcasa en la dirección radial del neumático.

20 En los lados exteriores de los primeros rigidizadores 18 en la dirección radial del neumático, entre la porción de cuerpo 14A y las porciones vueltas 14B, hay dispuestas capas de caucho 32 inhibitoras del crecimiento de grietas. Las capas de caucho 32 inhibitoras del crecimiento de grietas se extienden en la dirección radial del neumático más allá de los extremos exteriores de las porciones vueltas 14B en la dirección radial del neumático, en la superficie exterior de la porción de cuerpo 14A, y terminan en los lados interiores, en la dirección radial del neumático, de porciones de extremo en la dirección de la anchura de una cinta no mostrada en los dibujos.

25 En este caso, se prefiere que el módulo al 100% de alargamiento de las porciones de caucho duro 28 se encuentre en el margen de entre 6,9 y 7,6 Mpa, y se prefiere que el módulo al 100% de alargamiento de las porciones de caucho blando 30 se encuentre en el margen de entre 2,3 y 2,5 Mpa.

30 La razón de prever límites inferiores de los módulos al 100% de alargamiento de las porciones de caucho duro 28 y las porciones de caucho blando 30 de los primeros rigidizadores 18 se explica porque si los módulos caen por debajo de estos límites inferiores, el grado de deformación por aplastamiento de las porciones de talón 12 cuando una carga actúa sobre el neumático es mayor y la durabilidad de la porción de talón 12 no puede ser garantizada. Los límites superiores se explican porque cuando los módulos al 100% de alargamiento superan estos límites superiores, los rigidizadores 18 son muy duros y tienden a romperse.

35 Para las capas de caucho 32 inhibitoras del crecimiento de grietas se prefiere caucho en el que sea más difícil que crezcan grietas que en las porciones de caucho blando 30, tal como, por ejemplo, caucho cuyo módulo al 100% de alargamiento sea menor que el de dichas porciones de caucho blando 30, prefiriéndose que las capas de caucho 32 inhibitoras del crecimiento de grietas presenten un módulo al 100% de alargamiento de entre 1,3 y 1,5 Mpa.

40 Los segundos rigidizadores 19 están dispuestos en las superficies exteriores de las porciones vueltas 14B, desde las primeras secciones 13A hasta las segundas secciones de distancia invariante 13E, presentando los segundos rigidizadores 19 sus partes más gruesas enfrente de las primeras secciones de distancia invariante 13C, es decir, de las partes delgadas de las porciones medias en dirección longitudinal de los primeros rigidizadores 18, y disminuyendo gradualmente el grosor de los segundos rigidizadores 19 hacia fuera y hacia dentro en la dirección radial del neumático. La rigidez combinada de los primeros rigidizadores 18 y los segundos rigidizadores 19 tiende a reducirse gradualmente a partir de las almas 16 de talón en la dirección radial del neumático.

45 Se prefiere que el módulo al 100% de alargamiento de los segundos rigidizadores 19 se encuentre en el margen de entre 2,0 y 2,2 Mpa.

Capas de refuerzo 20, cada una con un primer refuerzo 20A y un segundo refuerzo 20B, están previstas en los lados exteriores de la capa 14 de carcasa, rodeando las almas 16 de talón.

50 Además, en las porciones 12 de talón hay dispuestos refuerzos de caucho 22 que por medio de tacones de talón se extienden, desde las puntas del talón hacia fuera en la dirección radial del neumático, en torno a los lados exteriores de las porciones vueltas 14B en la dirección axial del neumático.

Hay un revestimiento interior 36 dispuesto en el lado de la superficie interior de la carcasa 13 del neumático y una capa lateral de caucho 38 dispuesta en el lado de la superficie exterior de la carcasa 13, en la dirección axial del neumático.

Funcionamiento

El funcionamiento del neumático 10 de acuerdo con la presente realización es descrito a continuación.

5 Cuando el neumático 10 está sometido a una carga, como muestra la figura 1, se ejercen momentos de flexión M en las porciones de talón 12 junto con deformación por la que las porciones de talón 12 son aplastadas hacia fuera en la dirección axial del neumático en las regiones de los lados exteriores de las pestañas 15A de la llanta 15 en la dirección radial del neumático. Por esta razón es ejercida fuerza de tracción en los lados interiores de las porciones de talón del neumático y fuerza de compresión en los lados exteriores de las porciones de talón del neumático en las proximidades de las regiones C mostradas en la figura 1, con el eje neutro de flexión a modo de límite. La fuerza de compresión f actúa en los cables de las porciones 14B de la capa 14 de carcasa vueltas en torno a las almas de talón y genera esfuerzo de compresión, y cuando el esfuerzo de compresión es excesivo puede producirse fractura por fatiga de los cables de la capa 14 de carcasa.

10 En el neumático 10 de la presente realización, las porciones vueltas 14B son puestas más cerca de la porción de cuerpo 14A en las primeras secciones de distancia invariante 13C de la carcasa 13 para que pueda reducirse la fuerza de compresión que se ejerce en los cables de las porciones vueltas 14B cuando las porciones de talón 12 hayan sido deformadas por la carga, consiguiéndose que los cables de las porciones vueltas 14B sean muy duraderos.

15 Las primeras secciones de distancia invariante 13C que se extienden en la dirección radial del neumático están dispuestas entre las primeras secciones 13A, en las que la distancia entre cables de la porción de cuerpo 14A y las porciones vueltas 14B disminuye gradualmente hacia fuera en la dirección radial del neumático, y las segundas secciones 13B, en las que la distancia entre cables aumenta gradualmente hacia fuera en la dirección radial del neumático, y la dirección de los cables de las porciones vueltas 14B no cambia bruscamente entre las primeras secciones 13A y las segundas secciones 13B, de modo que en las partes medias entre las primeras secciones 13A y las segundas secciones 13B es difícil que se concentre tensión en el caucho entre los cables de las porciones vueltas 14B y los cables de la porción de cuerpo 14A durante la deformación por aplastamiento de las porciones de talón 12.

20 Por esta razón puede ser inhibida la formación de grietas en el caucho entre los cables de la porción de cuerpo 14A y los cables de la porción vuelta 14B entre las primeras secciones 13A y las segundas secciones 13B, mejorándose la durabilidad de las porciones de talón 12 en comparación con neumáticos convencionales.

25 En el neumático 10 de la presente realización, las segundas secciones de distancia invariante 13E, en las que la distancia entre cables es constante, están previstas en los lados exteriores en la dirección radial del neumático de las terceras secciones 13D, en las que la distancia entre cables de la porción de cuerpo 14A y las porciones vueltas 14B disminuye gradualmente hacia fuera en la dirección radial del neumático, de modo que es difícil que se concentre tensión en las partes exteriores de las terceras secciones 13B en la dirección radial del neumático en el momento de la deformación por aplastamiento de las porciones de talón 12, pudiendo ser inhibida la aparición de grietas en el caucho entre los cables de la porción de cuerpo 14A y los cables de las porciones vueltas 14B.

30 Al ajustar la longitud L_e de las segundas secciones de distancia invariante 13E, medida en la dirección radial del neumático, en el margen de entre el 70% y el 80% de la altura H_f de la pestaña de la llanta aplicable se consigue un gran efecto mitigador de concentración de tensión en el caucho entre los cables de las partes exteriores de las porciones vueltas 14B en la dirección radial del neumático y los cables de la porción de cuerpo 14A (ejemplo de prueba 4).

35 Al ajustar la razón c/b de la distancia c entre cables en las segundas secciones de distancia invariante 13E y el valor máximo b en el margen de entre 0,45 y 0,6 puede lograrse un equilibrio entre consecución de un gran efecto mitigador de concentración de tensión en el caucho entre los cables de las partes exteriores de las porciones vueltas 14B en la dirección radial del neumático y los cables de la porción de cuerpo 14A, y reducción del esfuerzo de compresión de los cables de las porciones vueltas 14B (ejemplo de prueba 5).

40 Al ajustar la longitud L_c de las primeras secciones de distancia invariante 13C medida en la dirección radial del neumático en el margen de entre el 40% y el 60% de la altura H_f de la pestaña de la llanta 15 puede conseguirse un gran efecto mitigador de concentración de tensión (ejemplo de prueba 2).

45 Al ajustar la razón a/b entre el valor mínimo a y el valor máximo b en el margen de entre 0,7 y 0,9, puede lograrse un alto nivel de equilibrio entre aseguramiento de la rigidez a la flexión de la porción de talón 12 y reducción del esfuerzo de compresión generado en los cables de las porciones vueltas 14B (ejemplo de prueba 3).

50 Por otra parte, en el neumático 10 de la presente realización las capas de caucho 32 inhibitoras del crecimiento de grietas, cuyo módulo elástico es menor que el del caucho que constituye los rigidizadores 18, están dispuestas en los lados exteriores de los primeros rigidizadores 18 en la dirección radial del neumático, de manera que si por alguna razón una separación ha tenido lugar en las partes exteriores de los rigidizadores 18 en la dirección radial del neumático, el crecimiento de la separación hacia fuera en la dirección radial del neumático puede ser inhibido merced a la presencia de las capas de caucho 32 inhibitoras del crecimiento de grietas.

55

Otras realizaciones

La carcasa 13 del neumático 10 de la realización que antecede tiene una capa 14 de carcasa, pero también puede tener dos o más capas 14 de carcasa. Si el neumático 10 tiene una pluralidad de capas 14 de carcasa, las prescripciones de las dimensiones de cada porción se aplican a la capa 14 de carcasa más próxima a los rigidizadores.

- 5 El neumático 10 de la realización que antecede está destinado a vehículos de construcción, pero la invención de la presente solicitud puede ser aplicada también a otros tipos de neumáticos, tales como neumáticos para camiones, autobuses y turismos. La realización es un ejemplo de la presente invención y puede ser modificada de varias maneras sin apartarse del espíritu de la presente invención.

Primer ejemplo de prueba

- 10 Fueron fabricados un ejemplo de neumático de trabajo y un ejemplo de neumático convencional, y fue realizada una prueba de durabilidad de porción de talón en las condiciones de la tabla 1. Ambos eran neumáticos de vehículo de construcción, con medidas 27.00R49.

De acuerdo con las especificaciones de la tabla que sigue, fueron realizados cálculos de esfuerzo mediante el método de elementos finitos (MEF) y una prueba real de tambor de neumático.

- 15 Los neumáticos probados fueron los siguientes:

neumático de ejemplo de trabajo con la estructura de la realización que antecede,

neumático de ejemplo convencional en el que no estaban previstas primeras secciones de distancia invariante con grosor constante entre las primeras secciones y las segundas secciones (la dirección de las porciones vueltas cambiaba bruscamente entre las primeras secciones y las segundas secciones).

- 20 (1) Evaluación de esfuerzo (MEF)

Mediante MEF fue determinado el esfuerzo al ser empujados los neumáticos hacia delante usando la llanta estándar, la presión interna normal y la carga normal prescritas por TRA. La evaluación asignó el índice 100 al esfuerzo del ejemplo convencional, disminuyendo la tensión al disminuir el valor numérico.

- (2) Evaluación de durabilidad (prueba de tambor)

- 25 Los neumáticos de prueba fueron montados en llantas TRA estándar, inflados después con la presión interna normal TRA y sometidos al 100% de la carga normal TRA, con velocidad de 8 km/h y un tambor de 5 m de diámetro, siendo medidas las temperaturas de las porciones de talón y siendo sometidos después los neumáticos de prueba a una carga igual al 170% de la presión interna normal TRA, realizándose una prueba de durabilidad por la que los neumáticos fueron hechos rodar durante 500 horas y cortados para evaluar el estado de fallo de las porciones de talón.

30

El método de evaluación se explica a continuación.

Esfuerzo de cizalladura en lados exteriores de las porciones vueltas (MEF) y esfuerzo de compresión del caucho de revestimiento de cables de la capa de carcasa (MEF): fue asignado el índice 100 al esfuerzo del ejemplo convencional, disminuyendo el esfuerzo al disminuir el valor numérico. Para obtener el esfuerzo de compresión de los cables de las capas de carcasa fue calculado mediante MEF el esfuerzo en la dirección de los cables de la capa de carcasa, en condiciones de presión interna y carga normal.

35

Calentamiento en las porciones de talón (prueba de tambor): la temperatura en el punto de intersección, mostrado en la figura 2, de la normal L_{n2} a la porción de cuerpo 14A de la carcasa 13 desde la posición P_1 de la superficie exterior del neumático y las porciones vueltas 14B de la carcasa 14 fue medida mediante un termopar.

- 40 Rotura de cables de carcasa (prueba de tambor): inspección visual de comprobación de rotura de cables.

Fallo de porción de talón (prueba de tambor): inspección visual de secciones transversales de porciones de talón.

Tabla 1

		Ejemplo convencional	Ejemplo de trabajo
	θ_1	75°	88°
	θ_2	55°	45°
	R_m/H_f	2,23	1,27

	R_t/R_m	0,96	0,65
	a/b	0,6	0,8
	c/b	0,85	0,52
	Primeras secciones de distancia invariante	No	Sí
	Longitud L_c de primeras secciones de distancia invariante	---	50 mm
	Distancia (a) entre cables de primeras y segundas secciones	20 mm	15,5 mm
MEF	Esfuerzo de cizalladura en lados exteriores de porciones vueltas	100	97
	Esfuerzo de cizalladura de caucho de revestimiento de capa de carcasa	100	100
Prueba de tambor	Esfuerzo de compresión de capa de carcasa	100	98
	Calentamiento de porciones de talón	Referencia	-5°C
	Rotura de cables de carcasa	No	No
	Fallo en porción de talón	Grietas en caucho de revestimiento de capa de carcasa	Ejecución completa sin grietas
	Tiempo de ejecución (h)	500	500

En el neumático de ejemplo convencional no se rompieron cables en las porciones vueltas como resultado de la prueba del tambor, pero aparecieron grietas en el caucho de revestimiento de la capa de carcasa.

5 En el neumático de ejemplo de trabajo, no hubo rotura de cables en las porciones vueltas ni fallos en las porciones de talón.

Segundo ejemplo de prueba

10 Fueron fabricados cinco tipos de neumáticos cuyas razones L_c/H_f entre la longitud L_c de las primeras secciones de distancia invariante y la altura H_f de la pestaña de llanta eran diferentes una de otra, y fueron determinados mediante MEF el esfuerzo de cizalladura de las porciones vueltas, el esfuerzo de cizalladura del caucho de revestimiento de las capas de carcasa y la rigidez a la flexión de las porciones de talón. Fue asignado el índice 100 al neumático 1; la evaluación del esfuerzo mejoraba al reducirse el valor numérico, y la evaluación de la rigidez a la flexión mejoraba al aumentar el valor numérico.

Tabla 2

		Neumático 1	Neumático 2	Neumático 3	Neumático 4	Neumático 5
	L_c/H_f	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7
	Esfuerzo de cizalladura en lados exteriores de porciones vueltas	100	98	96	94	92
	Esfuerzo de cizalladura de caucho de revestimiento de capa de carcasa	100	99	98	97	96
	Rigidez a la flexión de porciones de talón	100	95	89	84	80

A partir de los resultados de la prueba, el margen de ajuste de la razón L_c/H_f entre 0,4 y 0,6 fue considerado un buen equilibrio de esfuerzo y rigidez.

Tercer ejemplo de prueba

5 Fueron fabricados cinco tipos de neumáticos cuyas razones a/b entre el valor mínimo a de la distancia entre cables de la porción de cuerpo 14A y las porciones vueltas 14B en las primeras secciones 13A, las primeras secciones de distancia invariante 13C y las segundas secciones 13B, y el valor máximo b de la distancia entre cables de la porción de cuerpo 14A y las porciones vueltas 14B en las segundas secciones 13B eran diferentes una de otra, y fueron determinados mediante MEF el esfuerzo de cizalladura en los lados exteriores de las porciones vueltas, el esfuerzo de compresión de los cables de las porciones vueltas y la rigidez a la flexión de las porciones de talón. Se asignó el índice 100 al neumático 2; la evaluación del esfuerzo mejoraba al reducirse el valor numérico y la evaluación de la rigidez a la flexión mejoraba al aumentar el valor numérico. El valor máximo b era 17,5 mm en todos los neumáticos y el valor mínimo a fue hecho variar.

Tabla 3

		Neumático 1	Neumático 2	Neumático 3	Neumático 4	Neumático 5
	a/b	0,55	0,65	0,75	0,85	0,95
	Esfuerzo de cizalladura en lados exteriores de porciones vueltas	110	100	95	90	85
	Esfuerzo de cizalladura de caucho de revestimiento de capa de carcasa	105	100	99	101	103
	Rigidez a la flexión de porciones de talón	80	100	110	125	110

15 A partir de los resultados de la prueba, el margen de ajuste de la razón a/b entre 0,7 y 0,9 fue considerado un buen equilibrio de esfuerzo y rigidez.

Cuarto ejemplo de prueba

20 Fueron fabricados cinco tipos de neumáticos cuyas razones L_e/H_f entre la longitud L_e de las segundas secciones de distancia invariante 13E y la altura H_f de la pestaña de llanta eran diferentes una de otra, y fueron determinados mediante MEF el esfuerzo de cizalladura en los lados exteriores de las porciones vueltas y el esfuerzo de compresión de los cables de las porciones vueltas. Fue asignado el índice 100 al neumático 4; la evaluación mejoraba al reducirse el valor numérico. La distancia c entre cables de la porción de cuerpo 14A y las porciones vueltas 14B en las segundas secciones de distancia invariante 13E se ajustó a 10 mm en todos los neumáticos.

Tabla 4

		Neumático 1	Neumático 2	Neumático 3	Neumático 4	Neumático 5
	L_e/H_f	0,45	0,6	0,75	0,9	1,05
	Esfuerzo de cizalladura en lados exteriores de porciones vueltas	107	105	102	100	98
	Esfuerzo de cizalladura de cables de porciones vueltas	87	91	95	100	104

25 A partir de los resultados de la prueba fue considerado bueno el margen de ajuste de la razón L_e/H_f entre 0,7 y 0,85.

Quinto ejemplo de prueba

30 Fueron fabricados cinco tipos de neumáticos cuyas razones c/b entre la distancia c entre cables de la porción de cuerpo 14A y las porciones vueltas 14B en las segundas secciones de distancia invariante 13E y el valor máximo b de la distancia entre cables de la porción de cuerpo 14A y las porciones vueltas 14B en las segundas secciones 13B eran

5 diferentes una de otra, y fue determinado mediante MEF el esfuerzo de cizalladura en los lados exteriores de las porciones vueltas y el esfuerzo de compresión de los cables de las porciones vueltas. Fue asignado el índice 100 al neumático 5; la evaluación del esfuerzo mejoraba al reducirse el valor numérico y la evaluación de la rigidez a la flexión mejoraba al aumentar el valor numérico. La longitud L_e de las segundas secciones de distancia invariante 13E se ajustó a 80 mm en todos los neumáticos.

Tabla 5

		Neumático 1	Neumático 2	Neumático 3	Neumático 4	Neumático 5
	c/b	0,4	0,45	0,55	0,6	0,8
	Esfuerzo de cizalladura en lados exteriores de porciones vueltas	107	103	101	100	100
	Esfuerzo de cizalladura de cables de porciones vueltas	92	94	96	98	100

A partir de los resultados de la prueba fue considerado bueno el margen de ajuste de la razón c/b entre 0,45 y 0,6.

Lista de signos de referencia

- 10 10 neumático
- 12 12 porciones de talón
- 13 13 carcasa
- 13A 13A primeras secciones
- 13B 13B segundas secciones
- 15 13C 13C primeras secciones de distancia invariante
- 13E 13E segundas secciones de distancia invariante
- 13D 13D terceras secciones
- 14 14 capa de carcasa
- 14A 14A porción de cuerpo de carcasa
- 20 14B 14B porciones vueltas
- 15 15 llanta (llanta aplicable)
- 16 16 almas de talón
- 18 18 primeros rigidizadores
- 32 32 capas de caucho inhibidoras del crecimiento de grietas

25

REIVINDICACIONES

1. Un neumático (10) que comprende:

una carcasa (13) dispuesta toroidalmente a modo de puente entre un par de porciones de talón (12), presentando la carcasa una capa (14) de carcasa que incluye una pluralidad de cables de carcasa radiales y que está provista de una porción de cuerpo (14A) posicionada entre las porciones de talón y de porciones vueltas (14B), dobladas desde un lado interior a un lado exterior en torno a almas (16) de talón de las porciones de talón, presentando la carcasa primeras secciones (13A) en las que la distancia entre cables de la porción de cuerpo y las porciones vueltas disminuye gradualmente hacia fuera a partir de las almas de talón en la dirección radial del neumático, segundas secciones (13B) dispuestas en lados exteriores de las primeras secciones en la dirección radial del neumático y en las que la distancia entre cables de la porción de cuerpo y las porciones vueltas de la capa de carcasa aumenta gradualmente hacia fuera a partir de las almas de talón en la dirección radial del neumático, y primeras secciones de distancia invariante (13C) que interconectan partes exteriores de las primeras secciones en la dirección radial del neumático y partes interiores de las segundas secciones en la dirección radial del neumático, en las que la distancia entre cables de la porción de cuerpo y las porciones vueltas es constante; y

rigidizadores (18) posicionados entre la porción de cuerpo y las porciones vueltas de la carcasa, y que se extienden hacia fuera a partir de las almas de talón en la dirección radial del neumático,

caracterizado por que:

la longitud de las segundas secciones de distancia invariante, medida en la dirección radial del neumático, varía entre el 70% y el 85% de la altura (H_t) de la pestaña de una llanta aplicable (15),

refiriéndose la expresión llanta aplicable a una llanta estándar de un tamaño aplicable descrito por normas industriales en vigor en la región en que la llanta sea fabricada o usada: en Japón, JATMA Year Book of the Japan Automobile Tyre Manufacturers Association, Inc.; en EE.UU., Year Book of the Tire and Rim Association, Inc.; y en Europa, Standards Manual of the European Tire and Rim Technical Organization.

2. El neumático de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la longitud de las primeras secciones de distancia invariante, medida en la dirección radial del neumático, se encuentra en el margen de entre el 40% y el 60% de la altura de la pestaña de una llanta aplicable.

3. El neumático de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en el que si a representa un valor mínimo de la distancia entre cables de la porción de cuerpo y las porciones vueltas en las primeras secciones, las primeras secciones de distancia invariante y las segundas secciones, y b representa un valor máximo de la distancia entre cables de la porción de cuerpo y las porciones vueltas en las segundas secciones, a/b se encuentra en el margen de entre 0,7 y 0,9.

4. El neumático de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la carcasa presenta además terceras secciones (13D) dispuestas en los lados exteriores de las segundas secciones en la dirección radial del neumático, y en el que la distancia entre cables de la porción de cuerpo y las porciones vueltas de la capa de carcasa disminuye gradualmente hacia fuera a partir de las almas de talón en la dirección radial del neumático, y segundas secciones de distancia invariante (13E) que se extienden desde partes exteriores de las terceras secciones en la dirección radial del neumático hasta partes exteriores de las porciones vueltas en la dirección radial del neumático, y en las que la distancia entre cables de la porción de cuerpo y las porciones vueltas es constante.

5. El neumático de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en el que si b representa un valor máximo de la distancia entre cables de la porción de cuerpo y las porciones vueltas en las segundas secciones y c representa la distancia entre cables en las segundas secciones de distancia invariante, c/b se encuentra en el margen de entre 0,45 y 0,60.

6. El neumático de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que

extremos exteriores de los rigidizadores en la dirección radial del neumático están posicionados en lados interiores en la dirección radial del neumático de extremos exteriores de las porciones vueltas en la dirección radial del neumático, y

entre las porciones vueltas y la porción de cuerpo hay dispuestas capas de caucho (32) inhibidoras del crecimiento de grietas cuyo módulo elástico es menor que el del caucho que constituye los rigidizadores, y que se extienden desde los extremos exteriores de los rigidizadores en la dirección radial del neumático hacia los extremos exteriores de las porciones vueltas en la dirección radial del neumático.

FIG.1

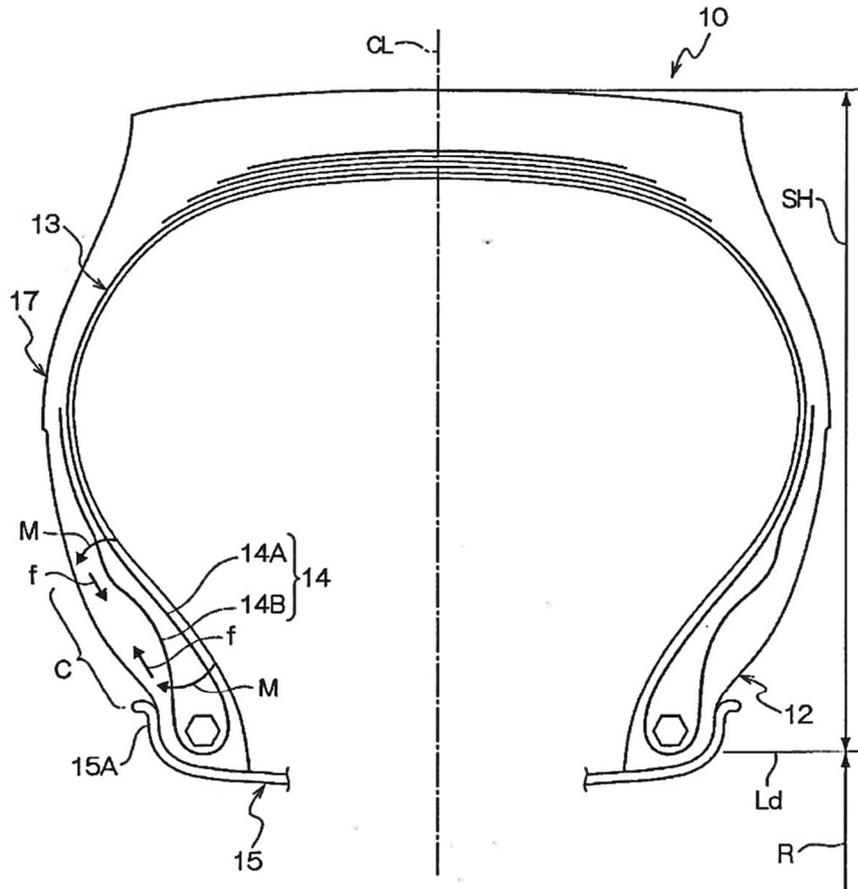


FIG.2

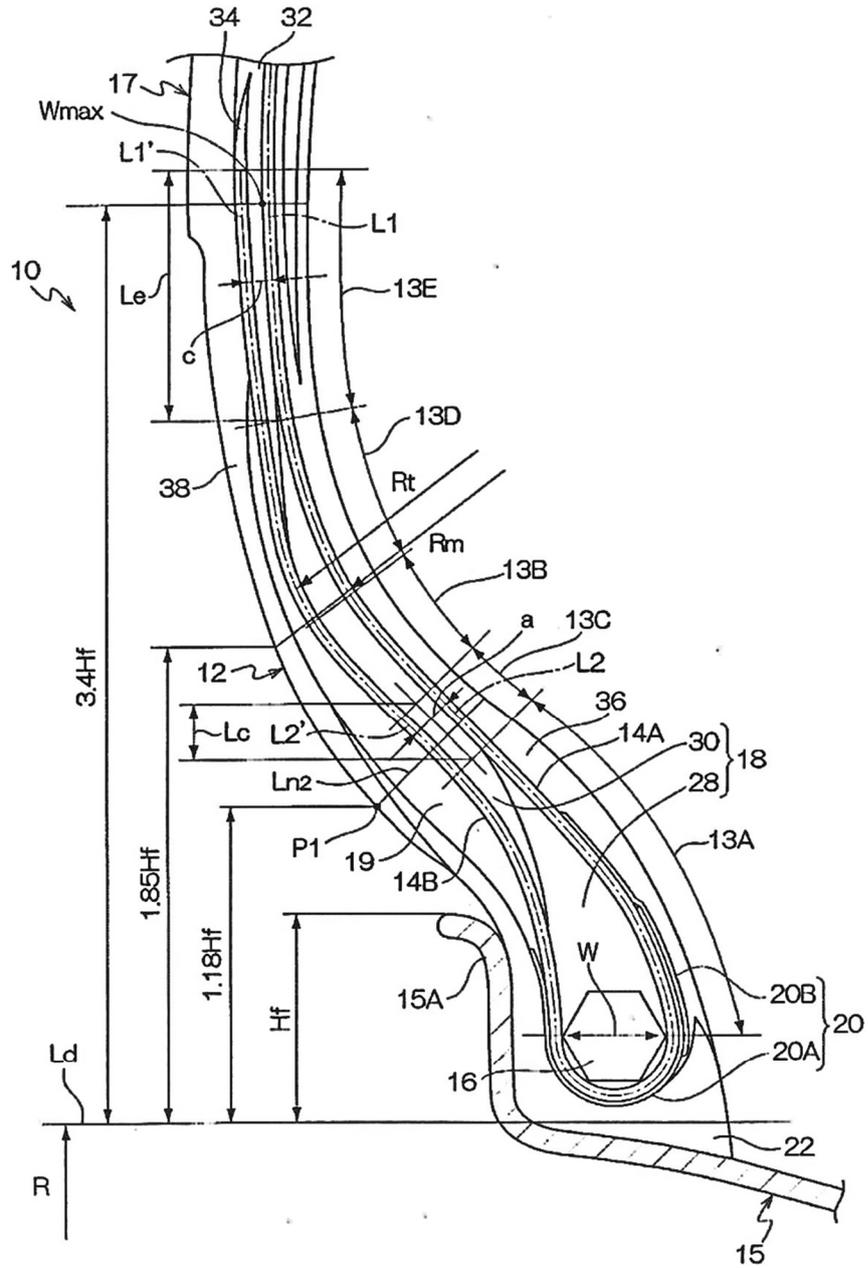


FIG.3

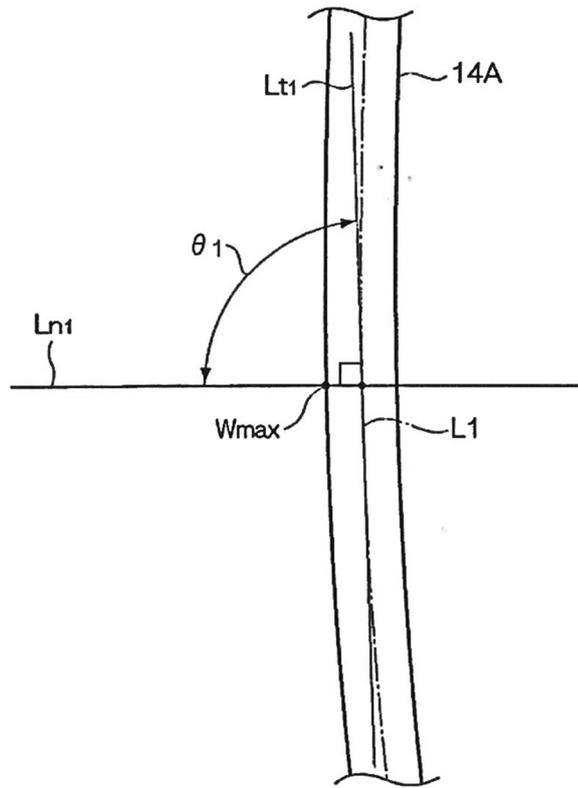


FIG.4

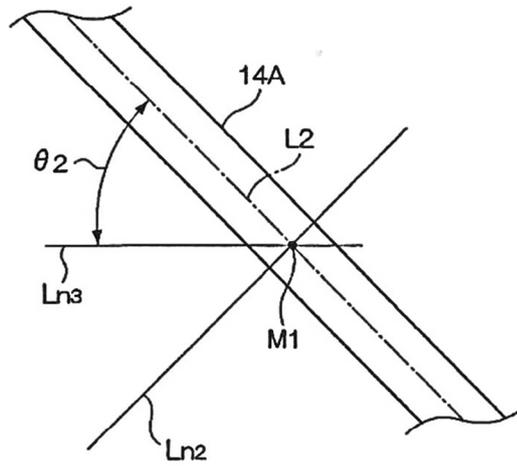


FIG.5

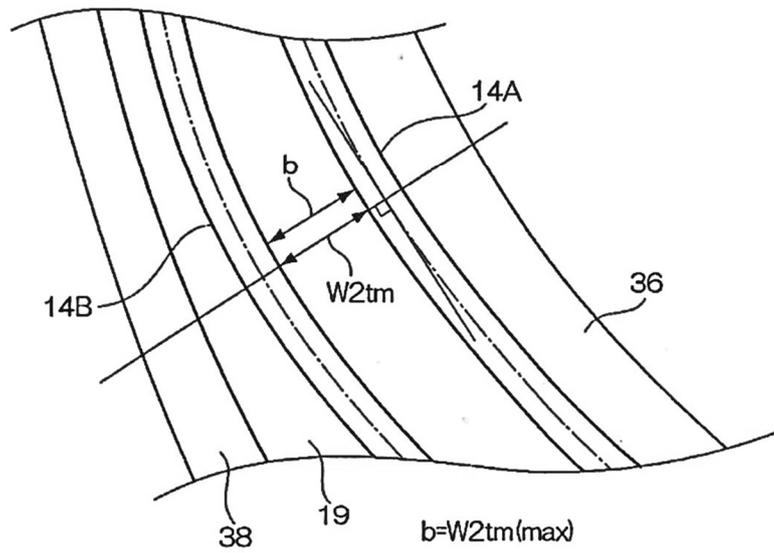


FIG.6

