

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 388 456**

51 Int. Cl.:
B60C 9/18 (2006.01)
B60C 9/20 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **06713018 .7**
96 Fecha de presentación: **03.02.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1864827**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **12.12.2007**

54 Título: **Cubierta neumática para cargas pesadas**

30 Prioridad:
29.03.2005 JP 2005094747

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
15.10.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
15.10.2012

73 Titular/es:
Bridgestone Corporation
10-1, Kyobashi 1-chome, Chuo-ku
Tokyo 104-8340 , JP

72 Inventor/es:
KOBAYASHI, Kazuomi

74 Agente/Representante:
de Elizaburu Márquez, Alberto

ES 2 388 456 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

Cubierta neumática para cargas pesadas

Campo de la invención

5 La presente invención se refiere a una cubierta neumática radial para cargas pesadas, adecuada como cubiertas para camiones y autobuses, cubiertas para vehículos de construcción, etc., que son infladas con aire a alta presión y son usadas bajo condiciones de alta carga, y propone, específicamente, una técnica para suprimir, de manera efectiva, la ocurrencia de una separación en una posición del borde lateral de un cinturón compuesto de no menos de tres capas de cinturón, mejorando, de esta manera, la durabilidad del cinturón.

Descripción de la técnica relacionada

10 Como un ejemplo de dicho tipo de cubiertas convencionales, hay una cubierta, tal como se divulga en la patente japonesa sometida a inspección pública No. 2002-362109, que está provista en el lado periférico exterior de un área de corona de una carcasa radial con un cinturón principal que está formado disponiendo, de manera secuencial, por ejemplo, dos capas de cinturón, de anchura pequeña, interiores, y dos capas de cinturón, de anchura grande, exteriores, que tienen una anchura mayor que las capas de cinturón, de anchura pequeña, respectivamente, a lo largo del área de la corona de la carcasa radial en la sección en la dirección de la anchura de la cubierta. En la cubierta indicada anteriormente, la cuerda de cinturón de la capa de cinturón, de anchura pequeña, está configurada para extenderse en una dirección para cruzarse con un plano ecuatorial de la cubierta con un ángulo relativamente pequeño de manera que las capas de cinturón, de anchura pequeña, soportan la tracción circunferencial de la cubierta para suprimir un aumento del diámetro de la cubierta, previniendo, de esta manera, cambios en la forma de la corona, mientras la cubierta está rodando bajo carga, y la capa de cinturón está configurada también para tener una anchura relativamente pequeña, de manera que se reduce la deformación generada en un borde lateral de la capa de cinturón.

15 Por otro lado, las capas de cinturón, de anchura grande, están configuradas para tener un mayor ángulo de cruce de la cuerda de cinturón con respecto al plano ecuatorial de la cubierta que el de la cuerda de cinturón de la capa de cinturón, de anchura pequeña, y para tener una mayor anchura de cinturón que la de la capa de cinturón, de anchura pequeña, de manera que la rigidez en el plano del cinturón es incrementada, asegurando, de esta manera, comportamientos dinámicos mejorados del vehículo, tales como respuesta a la dirección de la cubierta durante una operación de trazado de curva del vehículo y la estabilidad durante la conducción en recta del vehículo.

20 En el caso descrito anteriormente, se considera que es necesario que las cuerdas de cinturón respectivas de las dos capas de cinturón interiores, es decir, las capas de cinturón, de anchura pequeña, estén configuradas para extenderse en direcciones opuestas entre sí con respecto al plano ecuatorial de la cubierta, para cruzarse entre las capas de manera que soporten una tracción suficiente del cinturón, y que las cuerdas de cinturón respectivas de las dos capas de cinturón exteriores, es decir, las capas de cinturón, de anchura grande, estén configuradas también para cruzarse, en una manera similar, entre las capas, de manera que el cinturón exhiba una alta rigidez a la flexión en el plano.

25 Además, se sabe que cuando las cuerdas de cinturón respectivas de la capa de cinturón, de anchura pequeña, en la segunda posición de capa desde el interior en la dirección radial y la capa de cinturón, de anchura grande, en la tercera posición de capa están configuradas para extenderse en direcciones opuestas entre sí con respecto al plano ecuatorial de la cubierta para cruzarse entre sí entre las capas, ya que las direcciones de extracción de las cuerdas de cinturón respectivas de la capa de cinturón, de anchura pequeña, más interior, que tiene una mayor anchura que la capa de cinturón, de anchura pequeña, en la segunda posición de capa, y la capa de cinturón, de anchura grande, en la tercera posición de capa se hacen iguales, la deformación entre las capas para una tracción circunferencial se reducirá, previniendo, de esta manera, la concentración de deformación en un borde lateral de la capa de cinturón, de anchura pequeña, más interior.

30 Por lo tanto, se considera que, en el cinturón principal, la configuración de las cuerdas de cinturón respectivas de todas las capas de cinturón para que se extiendan cruzándose entre sí entre las capas es preferente para la supresión del crecimiento del diámetro de la cubierta y para aumentar las rigideces en plano en y fuera de plano del cinturón.

35 Sin embargo, en dichas cubiertas convencionales, tales como las descritas anteriormente, cuando el ángulo de cruce de la cuerda de cinturón, especialmente de las dos capas de cinturón, de anchura pequeña, de la parte interior, se reduce con respecto al plano ecuatorial de la cubierta para mejorar el efecto de supresión del crecimiento del diámetro, es más probable que aparezcan grietas en un borde lateral de la capa de cinturón. Con el fin de satisfacer tanto el efecto de supresión del crecimiento del diámetro como el efecto de supresión de la generación de grietas, la anchura de la capa de cinturón, de anchura pequeña, tiene que hacerse más pequeña. Por lo tanto, una disminución relativa de la función de restricción del crecimiento de diámetro es inevitable, y se hace difícil restringir suficientemente la generación de grietas en los bordes laterales de las capas de cinturón, de anchura pequeña, así como restringir el crecimiento del diámetro de la cubierta, tal como se desea, y aumentar las rigideces en plano y fuera de plano del cinturón, tal como se desea.

Por esta razón, se propone cubrir la porción borde lateral de la capa de cinturón con caucho de recubrimiento, o seleccionar el módulo de elasticidad de la entrecapa de caucho en la vecindad de un borde lateral de la capa de cinturón, suprimiendo, de esta manera, la generación de grietas. Sin embargo, esto no ha sido capaz de conseguir una prevención satisfactoria de grietas. El documento JP-A-2001-301420 divulga una cubierta de neumático conocida, que corresponde a las características del preámbulo de la reivindicación 1.

Descripción de la invención

Problemas a resolver por la invención

Cuando una cubierta se hace funcionar bajo carga, se aplicarán fuerzas al cinturón principal, el cual exhibe una forma anular, desde diversas direcciones, tales como la dirección circunferencial, la dirección radial y la dirección de la anchura del cinturón y, en respuesta a dichas fuerzas, se producen deformaciones por esfuerzo cortante entre las capas y otras deformaciones causadas, por ejemplo, por un desplazamiento de tipo pantógrafo de las cuerdas de cruce en una porción del borde lateral de cada capa de cinturón. Dichas deformaciones tienden a aumentar conforme se reduce el ángulo de intersección de la cuerda de cinturón con respecto al plano ecuatorial de la cubierta y la anchura de la capa de cinturón aumenta, tal como en el caso descrito anteriormente en el interior de las capas de cinturón, de anchura pequeña, resultando en un problema que, en los sitios en los que la deformación es grande, se producirá una grieta en un borde lateral de la capa de cinturón, en una etapa temprana, y es probable que la grieta progrese entre las capas de cinturón.

En el caso de las capas de cinturón en las capas de cinturón exteriores de la cubierta convencional, descrita anteriormente, una mayor anchura de la capa de cinturón es efectiva para asegurar una alta rigidez del cinturón principal, y un mayor ángulo de cruce de la cuerda de cinturón con respecto al plano ecuatorial de la cubierta es efectivo para reducir la deformación, de manera que se hace posible que incluso las cubiertas convencionales satisfagan, de manera satisfactoria, ambos comportamientos.

Por otro lado, las capas de cinturón, de anchura pequeña, interiores, de las cubiertas convencionales, que tienen un menor ángulo de cruce de la cuerda de cinturón con respecto al plano ecuatorial de la cubierta, contienen una contradicción, en el sentido de que aunque es inevitable asegurar un cierto nivel de anchura de la capa de cinturón para suprimir el crecimiento del diámetro, es necesario disminuir la anchura de la capa de cinturón, de anchura pequeña, para reducir la deformación en un borde lateral de la capa de cinturón. Por lo tanto, ha habido un problema, en el sentido de que si la anchura de la capa de cinturón, de anchura pequeña, se reduce, siendo la reducción de la deformación el objetivo principal, se produce, innegablemente, el crecimiento de diámetro asociado con la rodadura de la cubierta bajo carga, incrementando, de esta manera, de manera forzada, la generación de calor y las pérdidas por desgaste de la cubierta, y es más probable que ocurra una separación causada por un progreso temprano de defectos de corte generados en la superficie de rodadura y que progresan a lo largo de la capa de cinturón situada en la posición de la capa más exterior.

La presente invención ha sido realizada para resolver los problemas de la técnica relacionada, descritos anteriormente, y su propósito es proporcionar una cubierta de neumático para cargas pesadas en la que la capa de cinturón, de anchura pequeña, interior, puede tener una anchura tan grande como se desee, restringiendo, de esta manera, satisfactoriamente, el crecimiento del diámetro de la cubierta y, además, la cantidad de deformación generada en una porción borde lateral de la capa de cinturón, de anchura pequeña, puede ser suprimida para que sea suficientemente pequeña, previniendo, de esta manera, efectivamente, la separación de las capas de cinturón, y, de esta manera, del cinturón.

Medios para resolver el problema

La presente invención permite que la capa de cinturón, en la que la cuerda de cinturón tiene un pequeño ángulo de cruce con respecto al plano ecuatorial de la cubierta, tenga una anchura deseada para la capa de cinturón, mientras se suprime el incremento de la deformación por esfuerzo cortante generada en una porción borde lateral de una capa de cinturón, centrándose en la configuración de la porción lateral de la capa de cinturón. Según la presente invención, se proporciona una cubierta de neumático para cargas pesadas según se reivindica en la reivindicación 1.

Preferentemente, una altura (A) de proyección máxima de una parte convexa, que está formada para ser convexa en una dirección radialmente hacia fuera, de la capa de cinturón, de anchura grande, es decir, una altura (A) de proyección máxima de la cara periférica interior de la parte convexa, medida en la dirección de la anchura de la cubierta desde el plano ecuatorial de la cubierta, es decir, medida en la dirección radial de la cubierta desde la línea recta en contacto con la posición de interés de la superficie periférica interior de la capa de cinturón, de anchura grande, y que se extiende paralelamente con la línea del eje central de la cubierta con referencia a la cara periférica interior de la capa de cinturón, de anchura grande, en una posición de la capa de cinturón, de anchura pequeña, exterior, a una distancia de 0,1 veces el ancho (W₂) está dentro del rango siguiente:

$$0,5 \times d_3 < A < 2 \times d_3$$

donde d₃ es un diámetro de la cuerda de cinturón de la capa de cinturón, de anchura grande, descrita anteriormente.

- 5 La expresión "una vecindad del borde lateral de una capa de cinturón, de anchura pequeña, del lado de la periferia exterior", tal como se usa en la presente memoria, se refiere a una porción dentro de un rango del 80% al 140% de la anchura (W_2) de la capa de cinturón, de anchura pequeña, estando el plano ecuatorial de la cubierta en su centro, y, en este contexto, se supone que la porción de máxima proyección de la parte convexa está posicionada dentro del rango descrito anteriormente.
- Además, la expresión "una llanta aplicada" descrita anteriormente, se refiere a una llanta especificada en la norma mostrada más adelante dependiendo del tamaño de la cubierta, y la expresión "una presión interna especificada" se refiere a la presión de aire especificada para la capacidad de carga máxima en la norma mostrada más adelante, donde la capacidad de carga máxima es la masa máxima permitida para ser aplicada a la cubierta.
- 10 En este sentido, en la presente memoria, el aire puede ser reemplazado por un gas inerte, tal como gas nitrógeno, etc.
- La norma descrita anteriormente es una norma determinada en base a una norma industrial que es efectiva en la región en la que se produce o se usa la cubierta. Es decir, por ejemplo, "YEAR BOOK of THE TIRE AND RIM ASSOCIATION INC." en Estados Unidos, "STANDARDS MANUAL of The European Tyre and Rim Technical Organisation" en Europa, y "JATMA YEAR BOOK" de la Asociación de Cubiertas para Automóviles de Japón, en Japón.
- 15 Preferentemente, por ejemplo, bajo un estado en el que la cubierta es ensamblada a una llanta aplicada y es inflada con una presión interna específica, la anchura de la capa de cinturón, de anchura pequeña, respectiva, está dentro de un rango de 0,25 a 0,5 veces la anchura de la banda de rodadura (TW), y el ángulo de la cuerda de cinturón realizada, por ejemplo, en acero, con respecto al plano ecuatorial de la cubierta está dentro de un rango de 3 a 10°. También preferentemente, bajo un estado similar, la anchura de la capa de cinturón, de anchura grande, respectiva está dentro de un rango de 0,6 a 0,8 veces la anchura de la banda de rodadura (TW), y el ángulo de cruce de la cuerda de cinturón realizada, por ejemplo, en acero, con respecto al plano ecuatorial de la cubierta está dentro de un intervalo de 15 a 35°.
- 20 En la descripción anterior, la diferencia entre la anchura media de las capas de cinturón, de anchura grande, y la anchura media de las capas de cinturón, de anchura pequeña, está, preferentemente, dentro de un rango de 0,2 a 0,4 veces la anchura de la banda de rodadura (TW).
- 25 **Efecto de la invención**
- Se realiza un ensayo de resistencia, usando un tambor, sobre una cubierta convencional que tiene un cinturón principal, tal como se muestra en la Fig. 13, como una vista en sección de la mitad de la anchura en la dirección de la anchura de la cubierta, cuyo resultado revela que desde una posición del borde lateral de la capa 53 de cinturón situada en el lado de la periferia exterior de las dos capas 52, 53 de cinturón, de anchura pequeña, interiores, dispuestas en el lado de la periferia exterior del área de la corona de la carcasa 51 radial, además de una grieta C_1 , que se extiende hacia la capa 52 de cinturón, de anchura pequeña, situada en su lado de la periferia interior, se genera una grieta C_2 , que se extiende hacia la capa 54 de cinturón, de anchura grande, exterior, situada contigua a su lado de la periferia exterior, y progresa entre la capa 53 de cinturón y la capa 54 de cinturón, y desde la posición del borde lateral de la capa 52 de cinturón situada en la capa más interna, se genera una grieta C_3 , que se extiende hacia la capa 53 de cinturón, de anchura pequeña, situada en el lado periférico exterior y progresa entre la capa 52 de cinturón y la capa 53 de cinturón.
- 30 Además, el número de referencia 55 en la Figura indica la capa de cinturón, de anchura grande, exterior, que está situada en la capa más externa.
- Entonces, la generación de deformación entrecapas por esfuerzo cortante, que causaría dichas grietas C_1 , C_2 , C_3 , tal como se ha descrito anteriormente, ha sido analizada por medio de un análisis de deformación mediante un procedimiento de análisis de elementos finitos, cuyo resultado revela que la deformación entrecapas por esfuerzo cortante incluye una deformación entrecapas por esfuerzo cortante en la dirección circunferencial, que se genera sobre toda la anchura del cinturón por una deformación de flexión del cinturón en la sección circunferencial de la cubierta, causada por el hecho de que la porción de contacto con el suelo de la banda de rodadura sufre una deformación por indentación justo debajo de la carga, por la rodadura de la cubierta bajo carga y, además de esto, una deformación entrecapas por esfuerzo cortante causada por una tracción circunferencial generada en la porción lateral del cinturón cuando se aplica una carga a la cubierta y una fuerza de entrada lateral actúa sobre la superficie de la banda de rodadura, etc.
- 40 Por lo tanto, se especula con que dichas grietas C_1 , C_2 , C_3 , originadas, tal como se ha descrito anteriormente, desde cada borde lateral de las capas 52, 53 de cinturón, se producen debido a la superposición de dichos dos tipos de deformaciones entrecapas por esfuerzo cortante, y la manera en la que se solapan las deformaciones entrecapas por esfuerzo cortante puede ser representada por un gráfico, mostrado como ejemplo en la Fig. 14.
- 45 Según la Fig. 14, la deformación entre las capas 52, 53 de cinturón, de anchura pequeña, respectivas se hace más grande en su porción de borde lateral, por la superposición de la deformación por esfuerzo cortante por flexión y la deformación por esfuerzo cortante por tracción, mientras que la deformación por esfuerzo cortante entre las capas 53, 54 de cinturón se hace grande en la porción borde lateral de ambas capas 52, 53 de cinturón, de anchura pequeña, pero disminuye

gradualmente desde el borde lateral de la capa 53 de cinturón, de anchura pequeña, hacia el exterior en la dirección de la anchura del cinturón.

En base a lo descrito hasta ahora, será efectivo para suprimir la generación de grietas C_1 , C_2 , C_3 , reducir al menos una de entre la deformación por esfuerzo cortante debida a la flexión o la deformación por esfuerzo cortante debida a la tracción.

5 Aquí, un incremento de la diferencia en el alargamiento circunferencial justo debajo de la carga, entre las capas de cinturón contiguas, es efectivo para reducir la deformación entrecapas por esfuerzo cortante causada por la deformación de flexión.

10 Es decir, en un caso en el que cada una de entre no menos de tres capas de cinturón está laminada con cuerdas de cinturón que se cruzan entre sí y exhibe rigidez contra la deformación por flexión en la sección circunferencial, cuando el cinturón es deformado por una flexión en la misma sección, por ejemplo, por una banda de rodadura de una cubierta, se generará una deformación por esfuerzo cortante causada por la diferencia en el alargamiento entre la capa de cinturón del lado periférico interior y la capa de cinturón del lado periférico exterior. Dicha deformación por esfuerzo cortante, sin embargo, puede ser reducida haciendo que las capas de cinturón tanto del lado interior como del lado exterior tengan una mayor probabilidad de alargamiento.

15 Además, con el fin de reducir la deformación entrecapas por esfuerzo cortante causada por dicha flexión circunferencial, es importante mantener una gran distancia entre las capas de cinturón interiores y las capas de cinturón exteriores. Por lo tanto, en esta invención, la capa de cinturón, de anchura grande, que es la tercera capa de cinturón y contigua al lado de la periferia exterior de la capa de cinturón, de anchura pequeña, exterior, está formada para ser convexa en la dirección radialmente hacia fuera en una porción correspondiente a la vecindad del borde lateral de la capa de cinturón, de anchura pequeña, exterior, que es la segunda capa desde la capa más interna, de las dos capas de cinturón, de anchura pequeña.

20 Por otro lado, en la estructura de cinturón de la cubierta según la presente invención, las dos capas de cinturón, de anchura pequeña, interiores, que tienen un pequeño ángulo de cruce de la cuerda de cinturón con respecto al plano ecuatorial de la cubierta, son menos propensas al alargamiento en la dirección circunferencial, mientras que más de una capa de cinturón, de anchura grande, exterior, que están situadas en el lado de la periferia exterior de las capas de cinturón, descritas anteriormente, y tienen un ángulo de cruce relativamente grande de la cuerda de cinturón con respecto al plano ecuatorial de la cubierta, son más propensas a la contracción. Por lo tanto, cuando, debido a la carga aplicada a la cubierta, el cinturón es sometido a una deformación por flexión en la sección circunferencial, justo debajo de la carga, y, por lo tanto, en la porción lateral del cinturón donde la deformación entrecapas por esfuerzo cortante es significativa, capa de cinturón, de anchura grande, exterior, está situada en el lado de compresión del eje neutro de flexión, y las dos capas de cinturón, de anchura pequeña, interiores, están situadas en el lado de tracción del eje neutro, es posible someter la porción de borde lateral de la capa de cinturón, de anchura pequeña, en la segunda posición de capa a una tracción circunferencial y someter la capa de cinturón, de anchura grande, exterior, a una fuerza de compresión, mientras se aceptan las propiedades descritas anteriormente de las capas de cinturón respectivas, aumentando, de esta manera, la diferencia de alargamiento o contracción circunferencial entre las capas de cinturón para reducir, de manera efectiva, la deformación por esfuerzo cortante generada entre las mismas.

35 Entonces, la capa de cinturón, de anchura grande, que es la tercera capa de cinturón, está provista, tal como se ha descrito anteriormente, de una parte convexa que es convexa en una dirección radialmente hacia el exterior, y la parte convexa está posicionada positivamente en el lado de compresión desde el eje neutral de flexión, haciendo, de esta manera, que la diferencia en la expansión y contracción sea suficientemente grande entre la capa de cinturón, de anchura pequeña, en la segunda posición de capa y la capa de cinturón, de anchura grande, en la tercera posición de capa.

40 La Fig. 1 es un gráfico que muestra la situación descrita anteriormente, y revela que la deformación entrecapas por esfuerzo cortante, entre la capa de cinturón, de anchura pequeña, en la segunda posición de capa y la capa de cinturón, de anchura grande, en la tercera posición de capa, puede ser reducida también, de manera efectiva, especialmente en la porción lateral del cinturón, en comparación con el caso mostrado en la Fig. 14.

45 Además, en este caso, la deformación entrecapas por esfuerzo cortante, entre la capa de cinturón, de anchura pequeña, más interior, y la capa de cinturón, de anchura pequeña, en la segunda posición de capa, puede ser reducida también, de manera efectiva, en comparación con el caso mostrado en la Fig. 14.

50 Es decir, debido a que la deformación por flexión en la sección circunferencial tiene lugar en un cuerpo desde la capa de cinturón más interna a la tercera capa de cinturón, y la deformación en este momento se hace casi constante, la deformación entre la capa de cinturón más interna y la segunda capa de cinturón es mitigada como consecuencia natural del hecho de que la deformación entre la segunda capa de cinturón y la tercera capa de cinturón es mitigada.

Por otro lado, con el fin de conseguir dicha reducción de la deformación entrecapas por esfuerzo cortante causada por la deformación por flexión, es necesario colocar la parte convexa de la capa de cinturón, de anchura grande, en la tercera posición de capa, entre otras, la porción de proyección máxima de la misma, en una porción correspondiente a una

porción de la vecindad del borde lateral de la capa de cinturón, de anchura pequeña, exterior, es decir, en la región de la capa de cinturón, de anchura pequeña, exterior, dentro del 80% al 140% de la anchura (W_2) medida en la dirección de la anchura de la cubierta centrada alrededor del plano ecuatorial de la cubierta.

5 Según esto, es posible aumentar suficientemente la eficiencia de la provisión de la parte convexa colocando la parte convexa de la capa de cinturón, de anchura grande, en el lado de la periferia exterior de los bordes laterales respectivos de la capa de cinturón, de anchura pequeña, más interna, y la capa de cinturón, de anchura pequeña, en la segunda posición de capa.

10 Es decir, cuando se coloca la parte convexa en la región de menos del 80%, incluso si puede reducirse la deformación entrecapas por esfuerzo cortante desde la capa de cinturón más interna a la tercera capa de cinturón, se hará difícil reducir la deformación en las posiciones del borde lateral de la capa de cinturón más interna y la segunda capa de cinturón.

Por otro lado, cuando se coloca la parte convexa en la región que excede el 140%, la posición de la parte convexa está demasiado alejada de las posiciones del borde lateral de la capa de cinturón más interna y la segunda capa de cinturón que tienen la deformación a reducir, dificultando la consecución de un efecto de reducción de deformación.

15 Además, en este caso, la altura (A) de proyección máxima de la superficie periférica interior de la parte convexa de la capa de cinturón, de anchura grande, medida en la dirección radial de la cubierta desde la línea recta que es tangente a la superficie periférica interior de la capa de cinturón, de anchura grande, en una posición a una distancia de 0,1 veces la anchura (W_2) de la capa de cinturón, de anchura pequeña, del lado periférico exterior alejada del plano ecuatorial de la cubierta, y que se extiende en paralelo con la línea de eje central de la cubierta, está adaptada para estar dentro del rango siguiente:

$$0,5 \times d_3 < A < 2 \times d_3$$

donde d_3 es un diámetro de una cuerda de cinturón de la capa de cinturón, de anchura grande, descrita anteriormente.

25 En otras palabras, cuando la altura (A) de proyección máxima no es mayor de $0,5d_3$ para el diámetro (d_3) de cuerda de cinturón, que puede ser de 1,0 a 7,0 mm, la deformación entrecapas por esfuerzo cortante causada por la deformación por flexión no puede ser reducida tanto como se desea. Por otro lado, cuando no es menor de $2d_3$, el espesor de la entrecapa de caucho en la porción media de la anchura del cinturón se hace demasiado grueso, y se hace difícil impartir un radio de corona deseado a la superficie de rodadura, y además hay un inconveniente en el sentido de que el espesor de toda la banda de rodadura se hace demasiado grande, resultando en una generación de calor excesiva en la parte de rodadura.

30 Además, la Fig. 1 muestra un caso en el que, además de la reducción de la deformación entrecapas por esfuerzo cortante causada por la deformación por flexión, descrita anteriormente, la deformación entrecapas por esfuerzo cortante en una porción lateral del cinturón causada por la tracción circunferencial es reducida, de manera efectiva, en comparación con la mostrada en la Fig. 14. Esta última reducción de la deformación por esfuerzo cortante puede materializarse colocando la porción de borde lateral de la capa de cinturón, de anchura pequeña, en la segunda posición de capa hacia la dirección radialmente hacia el exterior en comparación con otras porciones para la porción de borde lateral de la capa de cinturón, de anchura pequeña, más interna, y aumentando, de esta manera, el espesor de caucho entre las dos.

35 Es decir, cuando estando bajo la acción de una tracción circunferencial, las cuerdas de cinturón respectivas de las dos capas de cinturón sufren un desplazamiento relativo en la dirección opuesta de la circunferencia de la cubierta, es posible reducir la deformación entrecapas por esfuerzo cortante por medio de la acción de la gruesa capa de caucho entre las mismas.

40 En este caso, en base a la premisa de que la anchura de la capa de cinturón, de anchura pequeña, en la segunda posición de capa es menor que la de la capa de cinturón, de anchura pequeña, más interna, el espesor (B_{12}) de caucho, que incluye el espesor de caucho de recubrimiento desde las cuerdas de cinturón respectivas en la posición del borde lateral de la capa de cinturón, de anchura pequeña, en la segunda posición de capa a la cuerda de cinturón de la capa de cinturón, de anchura pequeña, más interna, con respecto al espesor (B_{23}) de caucho desde la cuerda de cinturón de la segunda capa de cinturón a la cuerda de cinturón de la capa de cinturón, de anchura grande, en la tercera posición de capa está adaptada, preferentemente, para estar dentro del rango siguiente:

$$0,7 \times B_{23} < B_{12} < 1,8 \times B_{23}$$

50 Es decir, adaptando el espesor (B_{12}) de caucho para que no sea mayor de $0,7B_{23}$ dificultará la supresión de la deformación entre la capa de cinturón más interna y la segunda capa de cinturón; por otro lado, adaptándolo para que no sea menor de $1,8B_{23}$ hará que el intervalo entre la capa de cinturón más interior y la segunda capa de cinturón sea demasiado grande, como resultado de lo cual el intervalo entre la segunda capa de cinturón y la tercera capa de cinturón se hace demasiado pequeño, causando, de esta manera, un riesgo de que la deformación entre las capas se haga demasiado grande.

- 5 En la cubierta de neumático para cargas pesadas, tal como se ha descrito hasta ahora, cuando las anchuras respectivas de la capa de cinturón, de anchura pequeña, más interior, y la segunda capa de cinturón, de anchura pequeña, están adaptadas para estar dentro de un rango de 0,25 a 0,5 veces la anchura de la banda de rodadura (TW), es posible hacer que las capas de cinturón, de anchura pequeña, exhiban suficientemente la función de restricción de crecimiento de diámetro, y, además, prevenir, de manera efectiva, la generación de una grieta desde los bordes laterales de las capas de cinturón.
- 10 En otras palabras, si es menor de 0,25 veces, se producirá un problema similar al descrito anteriormente en la cantidad de generación de calor, pérdida por desgaste, etc., causado por el aumento del diámetro de la cubierta; y si es mayor de 0,5 veces, se producirá un problema, además del incremento del esfuerzo cortante en los bordes laterales de las capas de cinturón, tal como se ha descrito anteriormente, la degradación del confort de la conducción y la vibración.
- Además, en este caso, el ángulo de cruce de la cuerda de cinturón de la capa de cinturón, de anchura pequeña, con respecto al plano ecuatorial de la cubierta está adaptado, preferentemente, para ser de 3 a 10°, de manera que la capa de cinturón exhibe una alta resistencia a la tracción circunferencial, mejorando, de esta manera, la durabilidad del cinturón.
- 15 Es decir, si el ángulo de cruce es menor de 3°, el moldeo de la cubierta en bruto es difícil y hay un riesgo de que la deformación en el borde lateral de la capa de cinturón se haga demasiado grande; por otro lado, si es mayor de 10°, la resistencia a la tracción de la capa de cinturón, de anchura pequeña, se hace insuficiente y hay un riesgo de que la fuerza de restricción del crecimiento del diámetro de la cubierta se haga demasiado pequeña.
- Además, más de una capa de cinturón, de anchura grande, tiene, preferentemente, una anchura de 0,6 a 0,8 veces la anchura de la banda de rodadura (TW), de manera que se incrementa la rigidez en el plano de flexión, aumentando, de esta manera, la fuerza de viraje, y asegurando una estabilidad de la dirección y una resistencia al desgaste excelentes.
- 20 Si la anchura de la capa de cinturón, de anchura grande, es menor de 0,6 veces, la función de restricción del crecimiento del diámetro se deteriorará innegablemente, y si es mayor de 0,8 veces, es más probable que se produzcan fallos de separación en los bordes laterales de las capas de cinturón.
- Además, en este caso, es preferente hacer que el ángulo de cruce de la cuerda de cinturón de la capa de cinturón, de anchura grande, con respecto al plano ecuatorial de la cubierta sea de 15 a 35° para impartir una gran rigidez en el plano de flexión al cinturón.
- 25 Además, es preferente hacer que la diferencia entre la anchura media de las capas de cinturón, de anchura grande, y la anchura media de las capas de cinturón, de anchura pequeña, sea de 0,2 a 0,4 veces el ancho de la banda de rodadura (TW), para equilibrar las funciones de la capa de cinturón interior y la capa de cinturón exterior.
- 30 **Breve descripción de los dibujos**
- La Fig. 1 es un gráfico que muestra los efectos proporcionados por la cubierta en relación con la presente invención;
- La Fig. 2 es una vista en sección transversal, en la dirección de la anchura, de la mitad del cuerpo de la cubierta, que muestra una realización de la presente invención;
- 35 La Fig. 3 es una vista en planta, en perspectiva, de las capas de cinturón respectivas, que muestra la mitad de un cuerpo del cinturón;
- La Fig. 4 es una vista en sección transversal, en la dirección de la anchura, que muestra un ejemplo de una parte convexa formada en una capa de cinturón, de anchura grande, en la tercera posición de capa;
- La Fig. 5 muestra un ejemplo en el que se aumenta el espesor de la entrecapa de caucho, entre la capa de cinturón más interna y la segunda capa de cinturón;
- 40 La Fig. 6 es una vista ampliada que muestra un modo de medición del espesor de la entrecapa de caucho, entre la segunda capa de cinturón y la capa de cinturón más interna;
- La Fig. 7 muestra una estructura de laminación básica, etc., de las capas de cinturón de la cubierta usada para una realización;
- La Fig. 8 ilustra la estructura de cinturón de una realización de cubierta usada en la realización 1;
- 45 La Fig. 9 muestra el resultado del crecimiento de la longitud de una grieta de la realización 1;
- La Fig. 10 ilustra la estructura de cinturón de una realización de cubierta usada en la realización 2;
- La Fig. 11 muestra el resultado de la realización 2;

La Fig. 12 muestra el resultado de la realización 3;

La Fig. 13 es una vista en sección transversal, a lo largo de su anchura, de una mitad de cuerpo de una cubierta convencional que muestra su estructura de cinturón, y

5 La Fig. 14 es un gráfico que muestra la proporción de deformación entrecapas por esfuerzo cortante generada en una estructura de cinturón convencional.

Descripción detallada de las realizaciones preferentes

10 La Fig. 2 es una vista en sección transversal, a lo largo de su anchura, de una mitad de un cuerpo de una cubierta que muestra una realización de la presente invención bajo una postura de la cubierta en la que la cubierta es ensamblada a una llanta aplicada y es llenada con una presión interna especificada. En la Figura, el número de referencia 1 indica una parte la banda de rodadura, el número de referencia 2 una parte de pared lateral que se extiende en la dirección radial de manera continua con la parte lateral de la parte 1 de la banda de rodadura, y el número de referencia 3 una parte talón que es continua con el lado de la periferia interior de la parte 2 de pared lateral.

15 En esta configuración, hay dispuesta una carcasa 5 radial que se compone de al menos una lona de carcasa que se extiende en una forma toroidal entre núcleos 4 de talón dispuestos en cada parte 3 de talón para reforzar cada una de las partes 1, 2, 3, descritas anteriormente, y cada porción lateral de la carcasa 5 radial se enrolla en una dirección radialmente hacia afuera alrededor del núcleo 4 de talón.

20 A continuación, se dispone, en el lado de la periferia exterior de la zona de la corona de la carcasa 5 radial, una capa de cinturón que tiene no menos de tres capas para reforzar la parte 1 de la banda de rodadura, que es un cinturón 6 formado por cuatro capas de cinturón en la Figura. Entre estas capas de cinturón, la capa de cinturón más interna y la segunda capa de cinturón, que es contigua al lado de la periferia exterior de las mismas, se denominan capas 1B, 2B de cinturón de anchura pequeña, interiores, respectivamente. Y la tercera capa de cinturón y la capa de cinturón más exterior, que están dispuestas en el lado de la periferia exterior de las capas 1B, 2B de cinturón, se denominan capas 3B, 4B de cinturón, de amplio rango, exteriores, respectivamente.

25 Además, tal como se muestra en la Fig. 3, en la que una parte principal del cinturón se muestra en una vista en planta, en perspectiva, los cinturones respectivos están configurados entre sí de manera que: la anchura W_1 de la capa 1B de cinturón, de anchura pequeña, más interna, medida en la dirección de la anchura de la cubierta, es mayor que la anchura W_2 similar de la capa 2B de cinturón, de anchura pequeña, en la segunda posición de capa; la capa 3B de cinturón, de anchura grande, en la tercera posición de capa tiene una anchura mayor que cualquier otra capa de cinturón, y la anchura W_4 de la capa 4B de cinturón, de anchura grande, más exterior, es mayor que la de la capa 1B de cinturón, de anchura pequeña, más interna, y menor que la anchura W_3 de la capa 3B de cinturón en la tercera posición de capa.

30 Aquí, una configuración preferente es aquella en la que las anchuras W_1, W_2 de las dos capas 1B, 2B de cinturón, de anchura pequeña, están en un rango de 0,25 a 0,5 veces la anchura de la banda de rodadura TW, y las anchuras W_3, W_4 de las dos capas 3B, 4B de cinturón, de anchura grande, están en un rango de 0,6 a 0,8 veces la anchura de la banda de rodadura TW.

35 Además, también es preferente una configuración en la que la diferencia entre la anchura media de las dos capas 3B, 4B de cinturón, de anchura grande, y la anchura media de las dos capas 1B, 2B de cinturón, de anchura pequeña, esté dentro de un rango de 0,2 a 0,4 veces la anchura de la banda de rodadura TW.

40 Una configuración adicional es aquella en la que los ángulos θ_1, θ_2 de cruce de las cuerdas de cinturón, que están realizadas en acero, fibra de almidón u otros materiales no extensibles, con respecto al plano X ecuatorial de la cubierta, de las capas 1B, 2B de cinturón, de anchura grande, están, preferentemente, en un rango de 3 a 10°, y los ángulos θ_3, θ_4 de cruce de las cuerdas de cinturón equivalentes de las capas 3B, 4B de cinturón, de gran ancho, con respecto al plano X ecuatorial de la cubierta, son mayores que los ángulos θ_1, θ_2 de cruce descritos anteriormente, y están, preferentemente, en un rango de 15 a 35°.

45 También es preferente configurar las cuerdas de cinturón respectivas de manera que se extiendan en direcciones opuestas con respecto al plano ecuatorial de la cubierta entre las capas de cinturón contiguas, tal como se muestra en la Fig. 3.

50 En la disposición descrita anteriormente de las capas de cinturón respectivas, está configurada además, tal como se muestra, alargando el cinturón 6 en la Fig. 4, de manera que: una porción de la capa 3B de cinturón, de anchura grande, en la tercera posición de capa, que corresponde a una porción de la vecindad del borde lateral de la segunda capa 2B de cinturón, de anchura pequeña, en otras palabras, una porción correspondiente al rango del 80 al 140% con respecto a la anchura W_2 de la capa 2B de cinturón, de anchura pequeña, centrada alrededor del plano X ecuatorial de la cubierta, está formada en, por ejemplo, una forma que es convexa en una dirección radialmente hacia fuera en todo o en parte del rango mediante la inserción de material de caucho u otros procedimientos. En la parte 7 convexa, configurada de esta manera,

su altura (A) de proyección máxima de la superficie periférica interior, medida en la dirección radial de la cubierta desde la línea recta que es tangente a la superficie de la periferia interior de la capa 3B de cinturón, de anchura grande, en una posición a una distancia de 0,1 veces la anchura W_2 de la capa 2B de cinturón, de anchura pequeña, exterior, alejada del plano X ecuatorial de la cubierta, y se extiende en paralelo a la línea del eje central de la cubierta, está adaptada para estar dentro del rango siguiente:

$$0,5 \times d_3 < A < 2 \times d_3$$

donde d_3 es un diámetro de la cuerda de cinturón de la capa 3B de cinturón, de anchura grande.

En la mayoría de los casos, el diámetro d_3 de la cuerda de cinturón puede estar en el rango de 1,0 a 7,0 mm.

Según la configuración del cinturón 6 descrita anteriormente, cuando el cinturón 6 sufre una deformación por flexión, como resultado de que la porción de contacto con el suelo de la banda de rodadura se deforma al ser indentada en una dirección radialmente hacia dentro por la rodadura de la cubierta bajo carga, el eje neutro de flexión se extenderá, tal como se muestra por una línea de cadena en la Fig. 4, de manera que las porciones borde lateral de las capas 1B, 2B de cinturón, de anchura pequeña, están situadas en una región de tracción, mientras que las capas de cinturón, de anchura grande, en particular la capa 3B de cinturón, de anchura grande, en la tercera posición de capa, que es contigua al lado de la periferia de la capa 2B de cinturón, de anchura pequeña, en la segunda posición de capa, estarán situadas en una región de compresión sobre un rango más amplio, que incluye una parte correspondiente a la porción de borde lateral de la capa 2B de cinturón, de anchura pequeña, en la segunda posición de capa debido a la formación de la parte 7 convexa. De esta manera, tal como se ha descrito anteriormente, se puede aumentar suficientemente la diferencia en expansión y contracción entre la capa 2B de cinturón, de anchura pequeña, en la segunda posición de capa y la capa 3B de cinturón, de anchura grande, en la tercera posición de capa, y como consecuencia, la deformación por esfuerzo cortante entre esas capas causada por la deformación por flexión puede ser reducida, de manera efectiva, tal como se muestra en la Fig. 1.

Además, según se muestra en la Fig. 1, se entiende que debido a la razón descrita anteriormente, la deformación por esfuerzo cortante entre la capa 1B de cinturón, de anchura pequeña, más interna, y la capa 2B de cinturón, de anchura pequeña, en la segunda posición de capa, puede ser reducida también, de manera efectiva.

Por otro lado, la parte 7 convexa de la capa 3B de cinturón, de anchura grande, en la tercera posición de capa, tal como se ve claramente en la Fig. 1, funciona para reducir la deformación entrecapas por esfuerzo cortante generada entre la porción de borde lateral de la capa 2B de cinturón, de anchura pequeña, en la segunda posición de capa y la capa 3B de cinturón, de anchura grande, causada por una tracción circunferencial.

Además, la reducción de la deformación entrecapas por esfuerzo cortante generada entre la capa 1B de cinturón, de anchura pequeña, más interna, y la porción de borde lateral de la capa 2B de cinturón, de anchura pequeña, en la segunda posición de capa, causada por una tracción circunferencial puede conseguirse, tal como se muestra en la Fig. 5, haciendo que el espesor B_{12} , que incluye el caucho de recubrimiento en una porción de borde lateral de la capa 2B de cinturón, de anchura pequeña, en la segunda posición de capa, desde su cuerda de cinturón a la cuerda de cinturón de la capa 1B de cinturón, de anchura pequeña, más interna, sea aproximadamente de 1 a 7 mm mayor que el espesor de caucho de otras porciones entre ambas capas de cinturón.

En este caso, la medición del espesor B_{12} de la entrecapa de caucho puede realizarse, tal como se ilustra, alargando las cuerdas de cinturón en la Fig. 6, midiendo la distancia desde la cuerda 10 situada más próxima al borde lateral de la capa 2B de cinturón, de anchura pequeña, en la segunda posición de capa en la dirección perpendicular a una línea recta tangente a su borde periférico interior y los bordes periféricos interiores respectivos de las cuerdas segunda y tercera 11, 12, a una línea recta que se extiende tangente a los bordes periféricos exteriores de las dos cuerdas 13, 14 situadas más próximas a la cuerda 10, indicada anteriormente, que es la cuerda de cinturón de la capa 1B de cinturón, de anchura pequeña. Esto puede aplicarse, de manera similar, a la medición del espesor B_{23} de las cuerdas de cinturón respectivas de la capa 2B de cinturón en la segunda posición de capa y la capa 3B de cinturón en la tercera posición de capa.

Cuando el espesor B_{12} de la entrecapa de caucho, tal como se ha descrito anteriormente, es sólo menos de 1 mm mayor que el espesor de caucho de otras porciones entre la capa 1B de cinturón y la capa 2B de cinturón, la efectividad de aumentar intencionadamente el espesor es insuficiente, y, por otro lado, cuando la diferencia es mayor de 7 mm, existe el riesgo de generar demasiado calor.

Aquí, los espesores de caucho de otras porciones se proporcionan, típicamente, como la suma de los espesores del caucho de recubrimiento respectivos para las cuerdas de cinturón de las capas 1B, 2B de cinturón respectivas.

Además, dicho espesor B_{12} de la entrecapa de caucho, con respecto al espesor B_{23} de caucho, tal como se muestra en la Fig. 5, medido en una manera similar a la descrita anteriormente, en la posición del borde lateral de la capa 2B de cinturón, de anchura pequeña, en la segunda posición de capa a la cuerda de cinturón de la capa 3B de cinturón, de anchura grande, de la tercera posición de capa, satisface la relación siguiente:

$$0,7 \times B_{23} < B_{12} < 1,8 \times B_{23}$$

con el fin de equilibrar la deformación para la capa 2B de cinturón entre ella misma y la capa 1B de cinturón, y entre ella misma y la capa 3B de cinturón.

Realización 1

5 Para una cubierta que tiene un tamaño 4000R57, una estructura de cinturón de 6 capas y una anchura de banda de rodadura como la mostrada en la Fig. 7, la durabilidad y la propiedad de generación de calor del cinturón han sido evaluadas para los casos en que la posición de formación de la parte convexa de la capa 3B de cinturón, de anchura grande, en la tercera posición de capa, es variada tal como se muestra en la Fig. 8, obteniendo finalmente los resultados que se muestran en una tabla y un gráfico en la Fig. 9.

10 Todas las evaluaciones han sido realizadas ensamblando la cubierta a una llanta que tiene una anchura de llanta de 73,66 cm (29 pulgadas), llenándola con una presión interna de 700 kPa, y haciéndola rodar bajo carga a una velocidad de 10 km/h en un tambor de ensayo de 5,0 m de diámetro, bajo la temperatura ambiente de 30°C.

La evaluación de la durabilidad del cinturón es realizada estableciendo la masa de la carga para ser el 150% de la masa especificada por la norma TRA y la entrada lateral a la superficie de rodadura para ser de 0,1 G, haciendo rodar la cubierta durante 240 horas, y, posteriormente, midiendo la longitud del crecimiento de las grietas generadas desde los bordes laterales de la capa del cinturón cortando lateralmente la cubierta en cuatro puntos en el perímetro.

15 Además, en este ensayo, debido a que las grietas C_1 , C_2 , C_3 , tal como se ha descrito en relación a la Fig. 13, han sido generadas en los bordes laterales de las dos capas de cinturón, de anchura pequeña, interiores, tanto en una cubierta convencional en la que no hay formada una parte convexa en la capa 3B de cinturón, de anchura grande, en la tercera posición de capa, como en las realizaciones 1 a 5 de cubierta, una longitud C_{12} máxima de la grieta entre las capas de cinturón, de anchura pequeña, y la longitud de la grieta C_{23} entre la capa de cinturón en la segunda posición de capa y la capa de cinturón en la tercera posición de capa han sido medidas con referencia a la posición del borde lateral de la capa de cinturón, de anchura pequeña, de la segunda posición de capa.

20 Según se muestra en la Fig. 9, aunque es posible restringir, de manera particularmente eficaz, el crecimiento de una grieta cuando la posición de formación de una parte convexa, en particular, su pico, es posicionada en un rango de $1,0 W_2$ a $1,2 W_2$, este efecto de restricción puede ser asegurado en todo el rango de $0,8 W_2$ a $1,4 W_2$.

25 La propiedad de generación de calor de cada cubierta, descrita anteriormente, fue evaluada estableciendo la masa de la carga de la cubierta para ser el 10% de la norma TRA, después de rodar durante 48 horas a una velocidad de 10 km/h, bajo una condición de desplazamiento en recta, midiendo la temperatura en la capa de cinturón más exterior a través de orificios de pequeño diámetro formados en nueve posiciones, separadas homogéneamente, sobre la superficie de rodadura en la dirección de su anchura y la temperatura media fue evaluada mediante una escala de 10 puntos. Todos las realizaciones de cubiertas mostraron un valor constante, $A = 5,0$ mm ($d_3 = 5,0$ mm), ya que el espesor de caucho de la banda de rodadura se hace constante, el valor era un valor constante de aproximadamente 0,5.

30 En este sentido, cuanto menor es el valor de evaluación menor es el calor que genera la cubierta, lo que significa, por lo tanto, una cubierta más preferente.

Realización 2

35 Para las cubiertas que tienen la misma estructura básica que la cubierta usada en la realización 1, la durabilidad del cinturón y la propiedad de generación de calor fueron evaluadas de la misma manera descrita anteriormente, estableciendo la posición de formación de una parte convexa de la capa de cinturón, de anchura grande, en la tercera posición de capa, para ser una posición de $1,0$ veces la anchura W_2 de la capa de cinturón, de anchura pequeña, de la segunda posición de capa, mientras se varía la altura A de proyección máxima, tal como se muestra en la Fig. 10, mientras se mantiene el diámetro d_3 de la cuerda de cinturón a un valor constante de 5,0 mm, obteniendo finalmente los resultados mostrados en una tabla y un gráfico en la Fig. 11.

40 A partir de la Fig. 11, se revela que cuanto mayor es la altura A de proyección máxima de la parte convexa, más corta es la longitud de crecimiento C_{12} , C_{23} de la grieta, y, por otro lado, la cantidad de generación de calor aumenta rápidamente cuando la altura A de proyección máxima es mayor de 10 mm.

Realización 3

45 Para la cubierta que tiene la misma estructura básica que la cubierta usada en la realización 1, la durabilidad del cinturón fue evaluada de la misma manera que en la realización 1 cuando se varía la relación del espesor B_{12} de la entrecapa de caucho, medida en la posición de borde lateral de la capa de cinturón, de anchura pequeña, en la segunda posición de capa, al espesor B_{23} de la entrecapa de caucho, obteniendo finalmente los resultados mostrados en una tabla y un gráfico

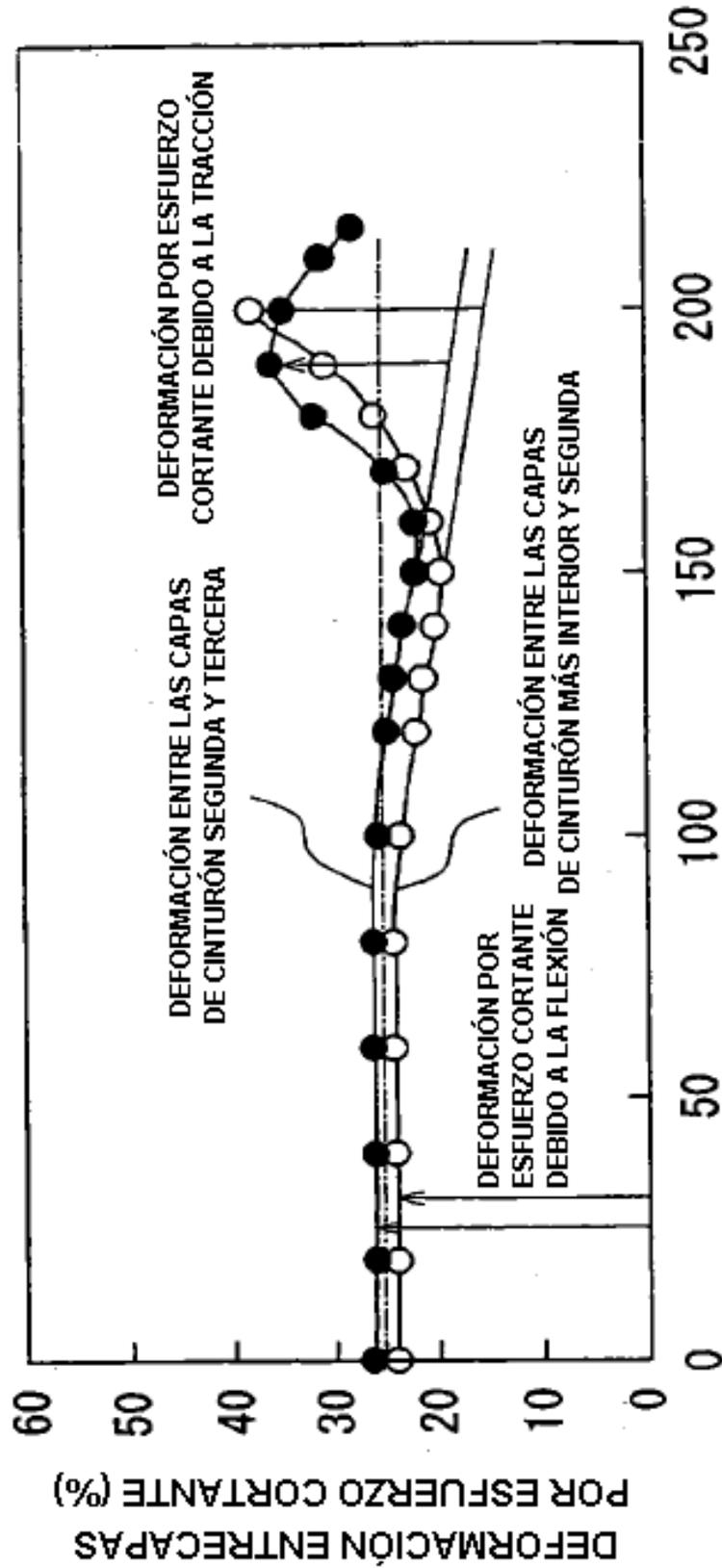
en la Fig. 12.

- 5 A partir de la Fig. 12, particularmente del gráfico, se revela que cuando la relación del espesor de la entrecapa de caucho (B_{12}/B_{23}) está en un rango de 0,7 a 1,8, las longitudes de crecimiento de las grietas C_{12} , C_{23} entre la segunda capa de cinturón y la capa de cinturón más interna, y entre la capa de cinturón en la segunda posición de capa y la capa de cinturón en la tercera posición de capa puede ser restringida para ser suficientemente corta, mientras que cuando está fuera del rango descrito anteriormente, cualquiera de las longitudes de crecimiento de grieta aumentará rápidamente en comparación con la otra.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Cubierta de neumático para cargas pesadas, en la que dos capas (1B, 2B) de cinturón, de anchura pequeña, interiores, y una o más capas (3B, 4B) de cinturón, de anchura grande, exteriores, que tienen una anchura mayor que las capas (1B, 2B) de cinturón, de anchura pequeña, son dispuestas secuencialmente en el lado de la periferia exterior de un área de la corona de una carcasa (5) radial, en la que
- 10 la anchura (W_1) de la capa (1B) de cinturón, de anchura pequeña, interior, está adaptada para tener una anchura mayor que la de la capa (2B) de cinturón, de anchura pequeña, exterior, y cada cuerda de cinturón de las dos capas (1B, 2B) de cinturón, de anchura pequeña, está adaptada para tener un ángulo (θ_1, θ_2) de cruce más pequeño con respecto al plano (X) ecuatorial de la cubierta que el de la cuerda de cinturón de las capas (3B, 4B) de cinturón, de anchura grande, y en la que
- 15 las cuerdas de cinturón de las capas (1B, 2B) de cinturón, de anchura pequeña, están adaptadas para extenderse en una dirección, de manera que se cruzan entre sí entre las capas, y una porción de la capa de cinturón, de anchura grande, que está situada contigua al lado de la periferia exterior de las dos capas (1B, 2B) de cinturón, de anchura pequeña, que corresponde a una vecindad del borde lateral de la capa de cinturón, de anchura pequeña, exterior, está formada para ser convexa en la dirección radialmente hacia el exterior.
- caracterizada porque
- 20 el espesor (B_{12}) de caucho entre las cuerdas de cinturón en la posición del borde lateral de la capa (2B) de cinturón, de anchura pequeña, exterior, y las cuerdas de cinturón de la capa (1B) de cinturón, de anchura pequeña, interior, es mayor que el espesor de caucho de otra porción entre las dos capas, y el espesor B_{12} de caucho está dentro del rango siguiente, con respecto al espesor B_{23} de caucho entre las cuerdas de cinturón en la posición del borde lateral de la capa (2B) de cinturón, de anchura pequeña, exterior, y las cuerdas de cinturón de la capa (3B) de cinturón, de anchura grande, situada en el lado de la periferia exterior de la capa (2B) de cinturón, de anchura pequeña, exterior:
- $$0,7 \times B_{23} < B_{12} < 1,8 \times B_{23}$$
- 25 2. Cubierta de neumático para cargas pesadas según la reivindicación 1, en la que una altura (A) de proyección máxima de la parte (7) convexa, que está formada para ser convexa en la dirección radialmente hacia fuera, de la capa (3B) de cinturón, de anchura grande, con referencia a la superficie de la periferia interior de la capa (3B) de cinturón, de anchura grande, en una posición a una distancia de 0,1 veces la anchura (W_2) de la capa (2B) de cinturón, de anchura pequeña, exterior, desde el plano (X) ecuatorial de la cubierta, está dentro del rango siguiente:
- $$0,5 \times d_3 < A < 2 \times d_3$$
- 30 donde d_3 es un diámetro de cuerda de cinturón de la capa (3B) de cinturón, de anchura grande.
3. Cubierta de neumático para cargas pesadas según la reivindicación 1 ó 2, en la que la anchura (W_1, W_2) de la capa (1B, 2B) de cinturón, de anchura pequeña, está dentro de un rango de 0,25 a 0,5 veces la anchura de la banda de rodadura (TW), y el ángulo (θ_1, θ_2) de cruce de la cuerda de cinturón con respecto al plano (X) ecuatorial de la cubierta está dentro de un intervalo de 3 a 10°.
- 35 4. Cubierta de neumático para cargas pesadas según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en la que la anchura (W_3, W_4) de la capa (3B, 4B) de cinturón, de anchura grande, está dentro de un rango de 0,6 a 0,8 veces el ancho de la banda de rodadura (TW), y el ángulo (θ_3, θ_4) de cruce de la cuerda de cinturón con respecto al plano (X) ecuatorial de la cubierta está dentro de un rango de 15 a 35°.
- 40 5. Cubierta de neumático para cargas pesadas según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en la que la diferencia entre la anchura media de la capa (3B, 4B) de cinturón, de anchura grande, y la de la capa (1B, 2B) de cinturón, de anchura pequeña, está dentro de un rango de 0,2 a 0,4 veces el ancho de la banda de rodadura (TW).

FIG. 1



POSICIÓN EN LA DIRECCIÓN DE LA ANCHURA DESDE EL PLANO ECUATORIAL (mm)

FIG. 2

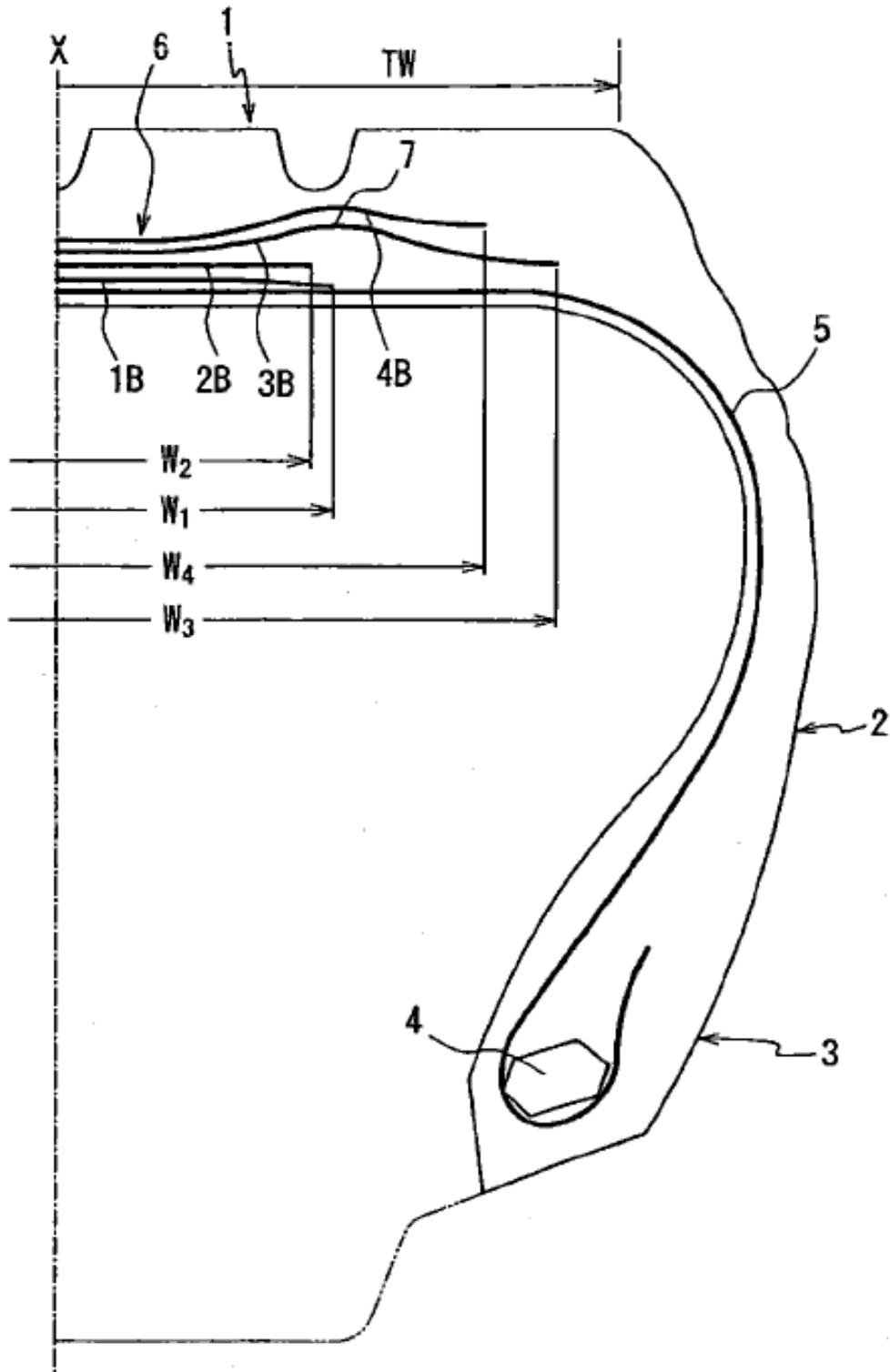


FIG. 3

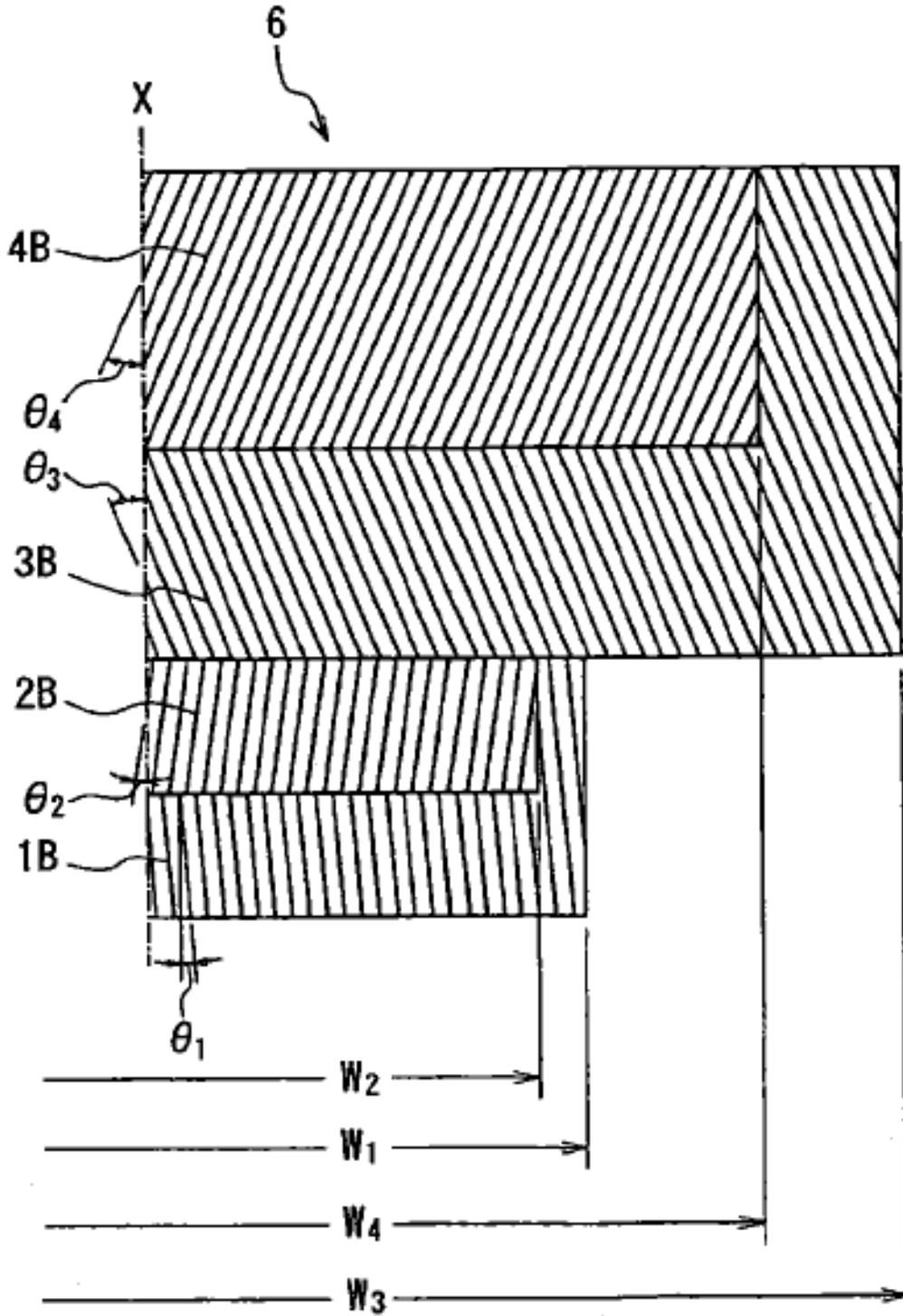


FIG. 4

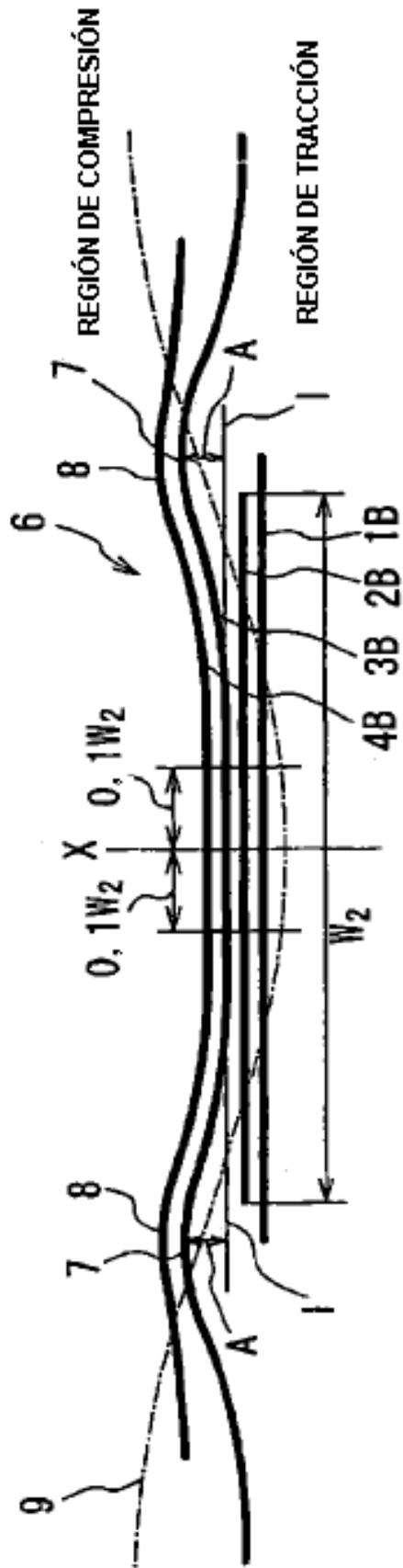


FIG. 5

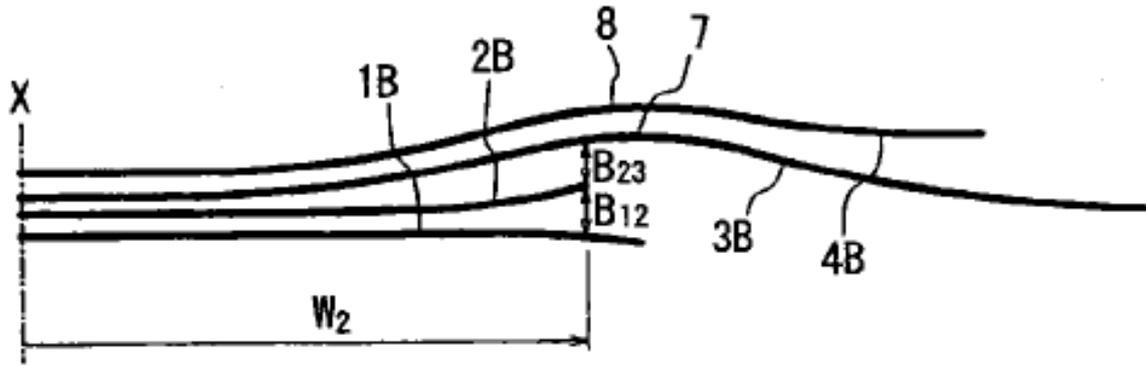


FIG. 6

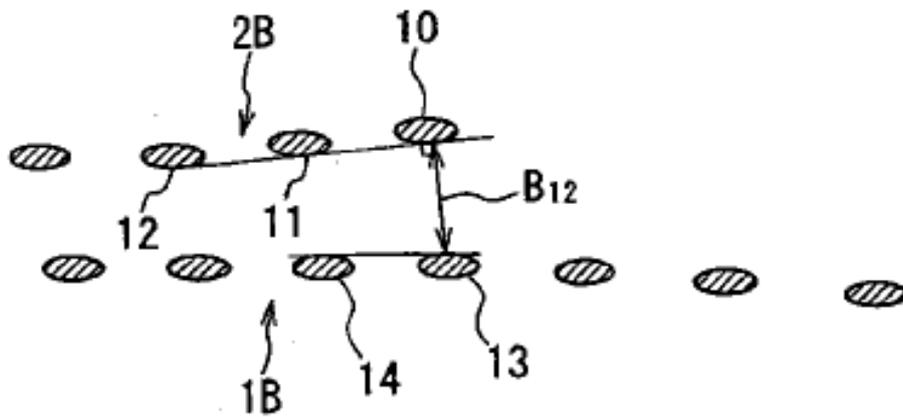


FIG. 7

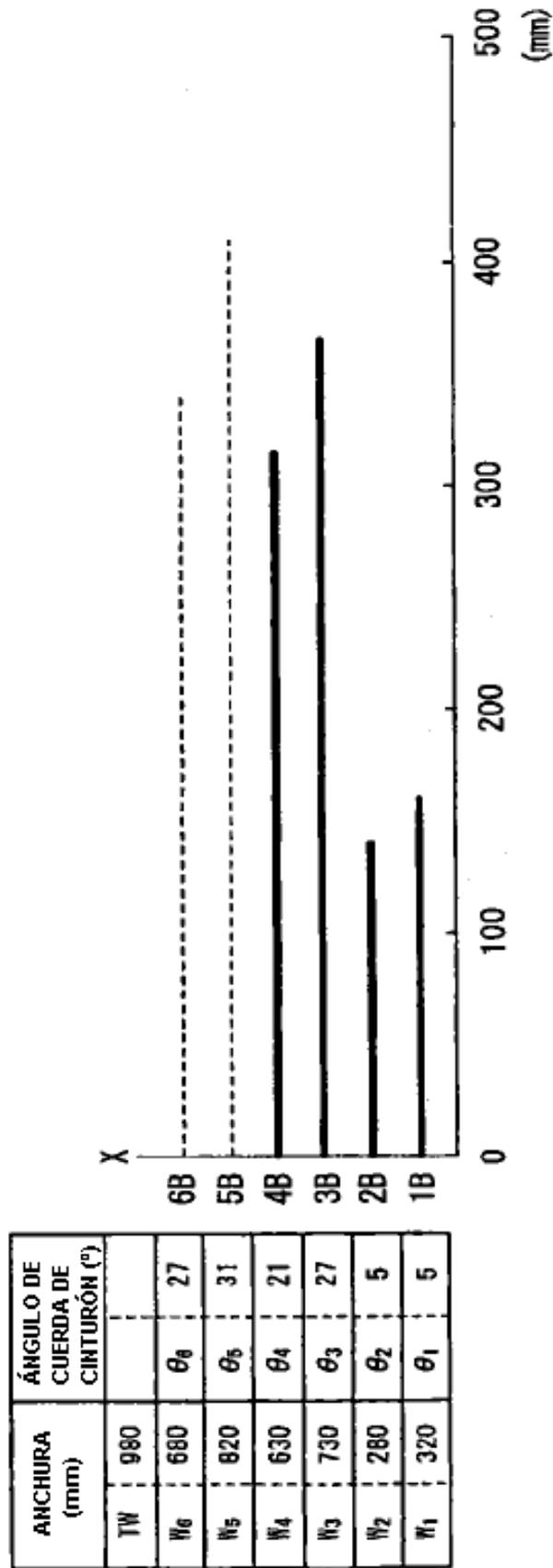
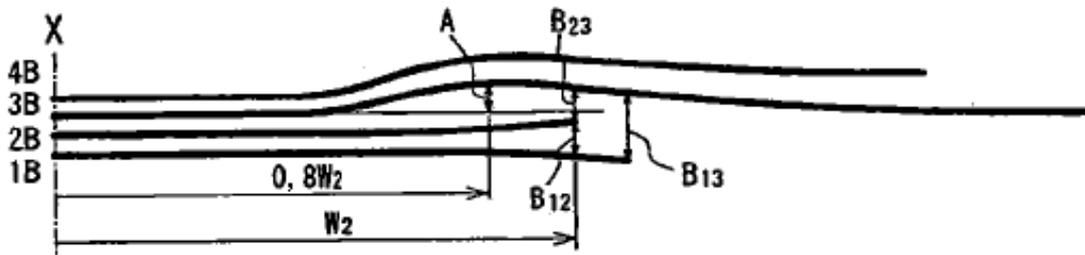
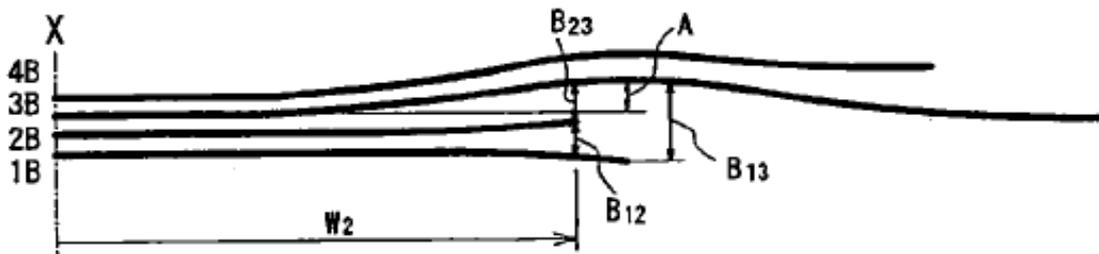


FIG. 8

(a)



(b)



(c)

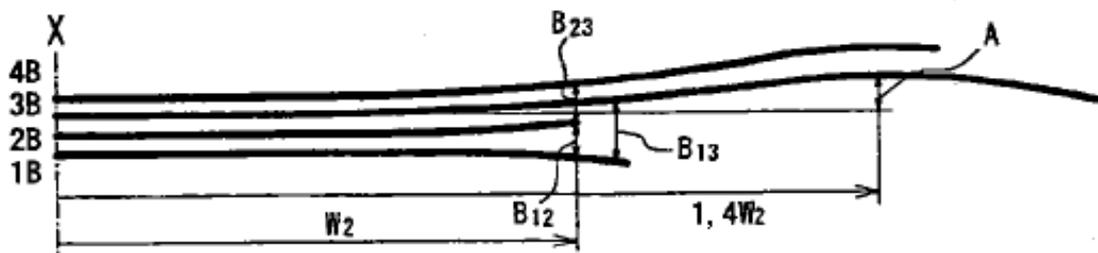


FIG. 9

	CUBIERTA CONVENCIONAL	REALIZACIÓN CUBIERTA 1	REALIZACIÓN CUBIERTA 2	REALIZACIÓN CUBIERTA 3	REALIZACIÓN CUBIERTA 4	REALIZACIÓN CUBIERTA 5
POSICIÓN DE FORMACIÓN DE PARTE CONVEXA	NINGUNA	0,8W ₂	0,9W ₂	1,0W ₂	1,2W ₂	1,4W ₂
A (mm)	0,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
B ₁₃ (mm)	7,5	13,5	14,5	17,5	16,5	14,5
B ₂₃ (mm)	2,5	3,0	3,5	5,0	4,5	3,5
B ₁₂ (mm)	2,5	3,0	3,5	5,0	4,5	3,5
C ₂₃ (mm)	50	49	40	28	26	51
C ₁₂ (mm)	56	55	44	30	29	55

LONGITUD DE CRECIMIENTO DE GRIETA VS POSICIÓN DE PARTE CONVEXA

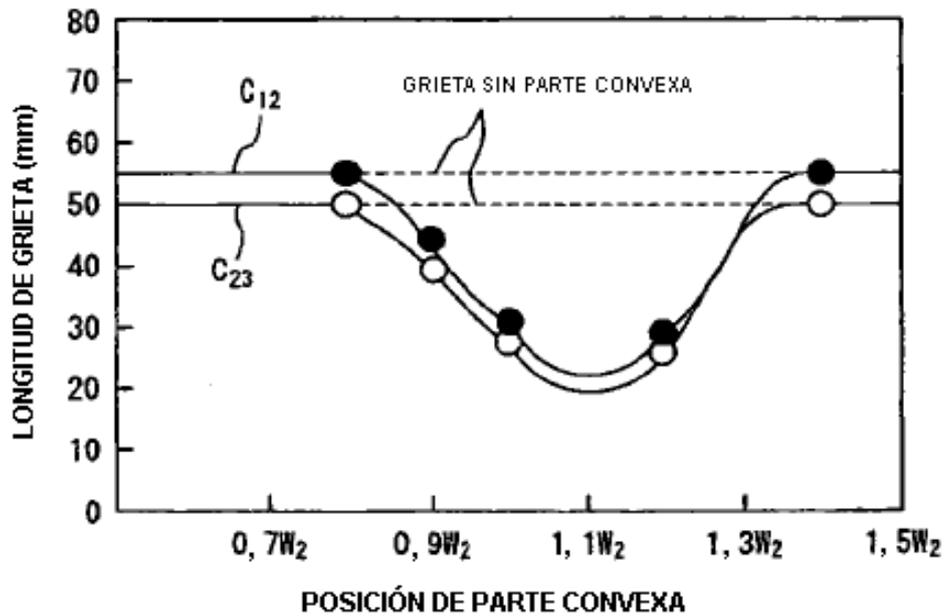
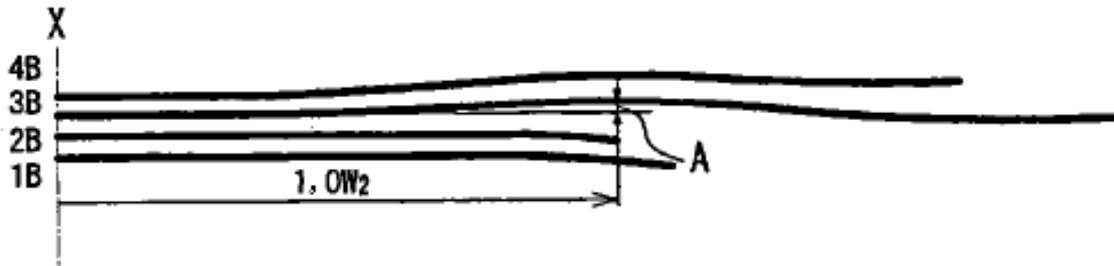


FIG. 10

(a)



(b)

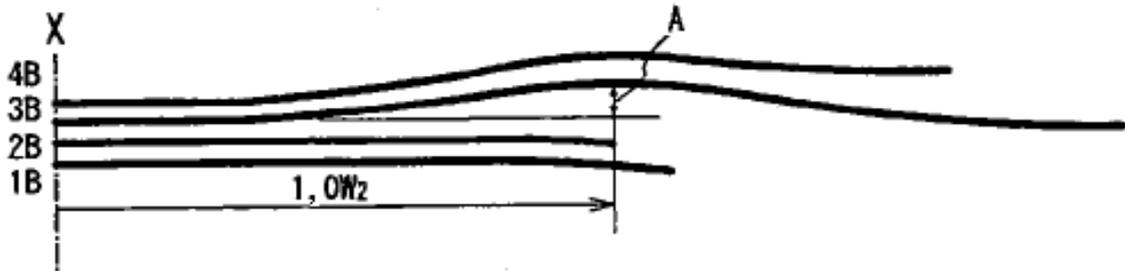


FIG. 11

	CUBIERTA CONVENCIONAL	REALIZACIÓN CUBIERTA 6	REALIZACIÓN CUBIERTA 7	REALIZACIÓN CUBIERTA 8	REALIZACIÓN CUBIERTA 9
POSICIÓN DE FORMACIÓN DE PARTE CONVEXA	NINGUNA	1, OW ₂	1, OW ₂	1, OW ₂	1, OW ₂
A (mm)	0,0	2,5	5,0	10,0	15,0
B ₁₃ (mm)	7,5	10,0	12,5	17,5	22,5
B ₂₃ (mm)	2,5	5,0	7,5	12,5	17,5
B ₁₂ (mm)	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
C23 (mm)	50	33	24	13	10
C12 (mm)	56	50	44	37	30
EVALUACIÓN DE PROPIEDAD DE GENERACIÓN DE CALOR	0,0	0,0	0,5	2,0	6,0

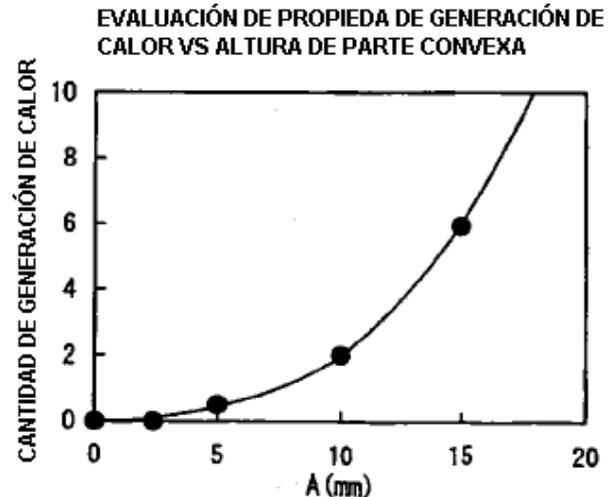
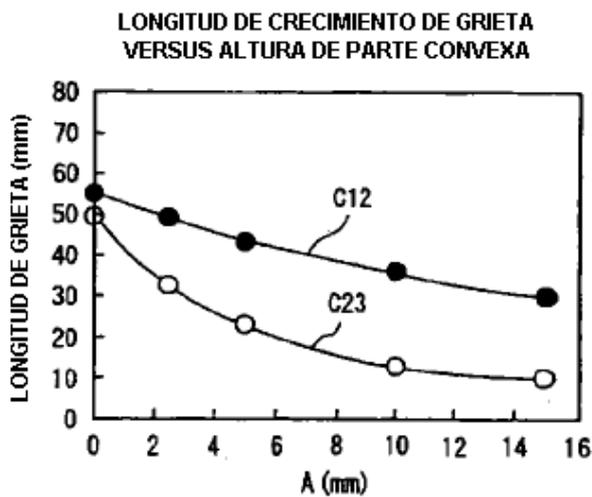


FIG. 12

	CUBIERTA CONVENCIONAL	REALIZACIÓN CUBIERTA 10	REALIZACIÓN CUBIERTA 11	REALIZACIÓN CUBIERTA 12	REALIZACIÓN CUBIERTA 13
POSICIÓN DE FORMACIÓN DE PARTE CONVEXA	NINGUNA	1, OW ₂	1, OW ₂	1, OW ₂	1, OW ₂
A (mm)	0,0	5,0	5,0	5,0	5,0
B ₁₃ (mm)	7,5	12,5	12,5	12,5	12,5
B ₂₃ (mm)	2,5	7,5	5,0	3,5	2,7
B ₁₂ (mm)	2,5	2,5	5,0	6,5	7,3
B ₁₂ /B ₂₃	1,0	0,3	1,0	1,9	2,7
C23 (mm)	50	24	28	34	48
C12 (mm)	56	44	30	22	20

LONGITUD DE CRECIMIENTO DE GRIETA VERSUS RELACIÓN DE ESPESOR ENTRECAPAS DE CAUCHO

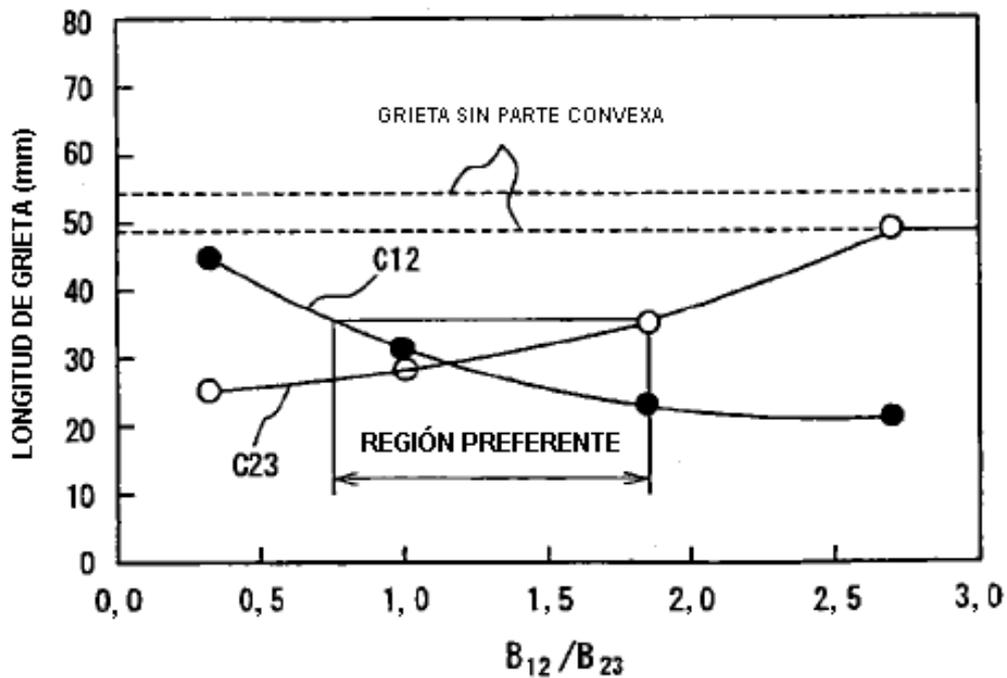


FIG. 13

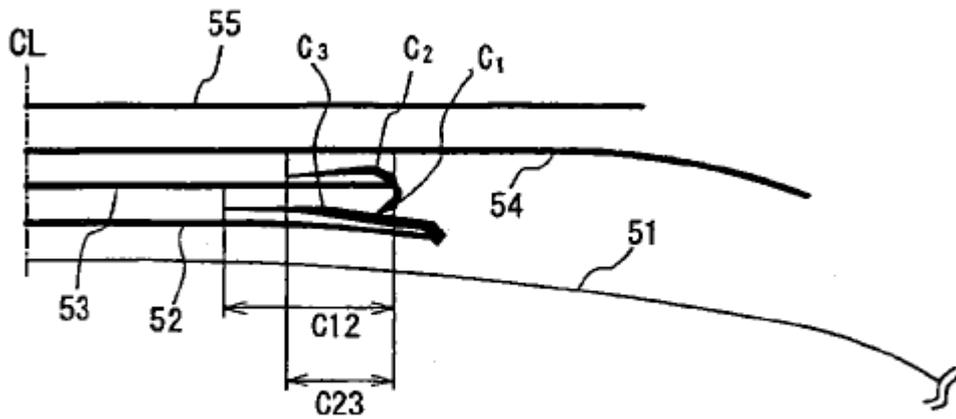
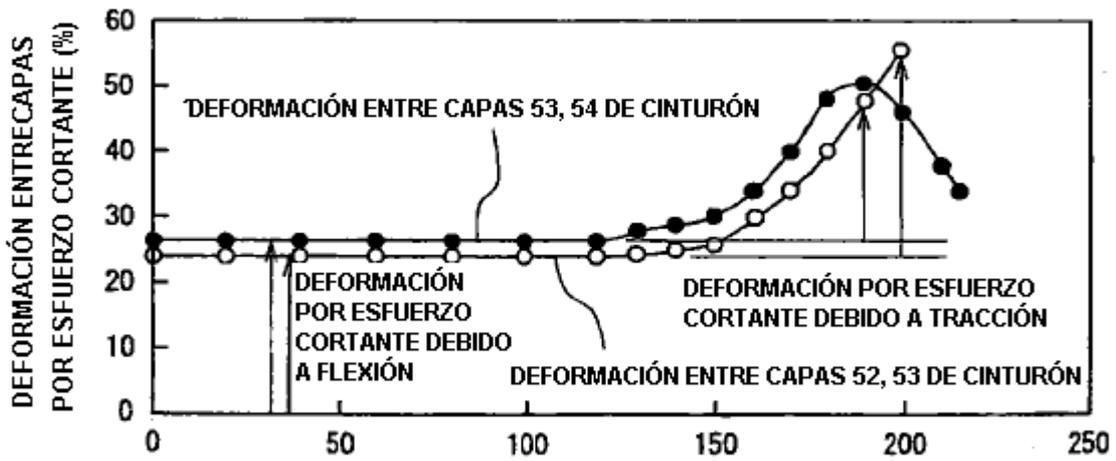


FIG. 14



POSICIÓN EN LA DIRECCIÓN DE LA ANCHURA DESDE EL PLANO ECUATORIAL (mm)