

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 383 197**

51 Int. Cl.:
B60C 9/28

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06756556 .4**

96 Fecha de presentación: **24.05.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1908609**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **09.04.2008**

54 Título: **Neumático para carga pesada**

30 Prioridad:
20.07.2005 JP 2005209884

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
19.06.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
19.06.2012

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 Elzaburu Márquez, Alberto

ES 2 383 197 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 para carga pesada

Campo técnico

5 La presente invención se refiere a un neumático radial para vehículos pesados, que puede utilizarse de manera apropiada como neumático de camión o autobús, neumático para vehículos de construcción, etc., que se infla con una presión neumática elevada y se utiliza bajo condiciones de carga elevada. De manera más específica, la presente invención proporciona una tecnología que puede utilizarse para evitar de forma efectiva la separación de una lona de cinturón que comprende no menos de tres capas de lonas de cinturón, en sus posiciones de borde lateral, mejorando por esta razón la durabilidad de cinturón.

10 Antecedentes de la técnica

Con respecto a este tipo de neumáticos convencionales, por ejemplo, el documento JP2000-225810A (o el documento correspondiente US6578611B2) describe un neumático que incluye un cinturón principal en el que se disponen de manera secuencial dos capas de lonas de cinturón estrechas en el lado de lona interna y dos capas de lonas de cinturón anchas en un lado de lona externa, que son más anchas que las lonas de cinturón estrechas, en la periferia externa de la región de corona en una carcasa radial para extenderse a lo largo de la región de corona en un plano de sección de lado a lado del neumático. En tales neumáticos convencionales, los cables de cinturón de las lonas de cinturón estrechas se extienden en una dirección tal que intersectan con el plano ecuatorial del neumático con un ángulo relativamente pequeño. Por consiguiente, estas lonas de cinturón estrechas sirven para soportar la tensión circunferencial para suprimir el crecimiento diametral del neumático, evitando por esta razón el cambio en la forma de la corona durante la rodadura del neumático bajo una condición de carga. Más aún, la disposición de lonas de cinturón relativamente estrechas sirve para mitigar la deformación que ocurre en los bordes laterales de las lonas de cinturón.

25 Por otro lado, en referencia a las lonas de cinturón anchas, el ángulo de intersección de los cordones de cinturón relativo al plano ecuatorial del neumático se hace mayor que el de los cordones de cinturón de las lonas de cinturón estrechas y la anchura del cinturón se hace mayor que la anchura de las lonas de cinturón estrechas de tal manera que se proporciona una rigidez intra-plano del cinturón mejorada, proporcionando por lo tanto un excelente rendimiento cinético, tal como el referido a la propiedad de giro del neumático durante la toma de curvas del vehículo, la estabilidad en marcha en línea recta, etc.

30 En este caso, por ejemplo, se considera necesario que los cordones de cinturón de las dos lonas de cinturón estrechas en el lado de lona interna se extiendan en direcciones mutuamente opuestas relativas al plano ecuatorial del neumático de tal manera que intersecten una con otra, con el fin de que los cordones de cinturón soporten la tensión del cinturón. Asimismo, se considera necesario que los cordones de cinturón de las dos lonas de cinturón anchas en el lado de lona externa intersecten uno con otro de manera similar entre las lonas, de tal manera que el cinturón exhiba una alta rigidez intra-plano.

35 Más aún, es sabido que si los cordones de cinturón de la segunda lona que forman la lona de cinturón estrecha y de la tercera lona que forman la lona de cinturón ancha, contadas ambas desde el lado interno radial, se extienden en direcciones mutuamente opuestas relativas al plano ecuatorial del neumático de tal manera que intersectan una con otra entre las lonas, entonces los cordones de cinturón de la lona de cinturón estrecha más interna y la lona de cinturón ancha como tercera lona se extienden en la misma dirección, con el fin de suprimir la deformación relativa por cizallamiento entre los bordes laterales de la lona de cinturón estrecha más interna y la tercera lona que forma la lona de cinturón ancha, que son mutuamente adyacentes en la dirección radial, evitando de esta forma la concentración de tensión en los bordes laterales de la lona de cinturón estrecha más interna.

45 Por consiguiente, con respecto al cinturón principal, se considera preferible que los cordones de cinturón de todas las lonas se extiendan con intersección mutua desde las lonas adyacentes, con el fin de suprimir el crecimiento diametral del neumático y proporcionar altas rigideces intra-plano y extra-plano del cinturón, dispersando de esta manera la tensión que aparece en los bordes laterales de las lonas de cinturón.

50 Sin embargo, con los neumáticos convencionales como se han explicado anteriormente, cuando se intenta suprimir el crecimiento diametral del neumático disponiendo los cordones de cinturón de las dos lonas de cinturón estrechas en el lado de lona interna, debido a que los cordones de cinturón de la segunda lona de cinturón estrecha y la tercera lona formada por la lona de cinturón ancha, tal como se ven desde el lado radial interno, están dispuestos para intersectar mutuamente, es difícil evitar de manera suficiente la formación de grietas desde los bordes laterales de las dos lonas de cinturón estrechas en el lado de lona interna, conseguir una supresión pretendida del crecimiento diametral del neumático, y proporcionar altas rigideces intra-plano y extra-plano del cinturón.

55 Para hacer frente a un problema tal, se ha propuesto evitar la formación de grietas desde los bordes laterales de las lonas de cinturón aplicando un caucho de revestimiento a los bordes laterales de las lonas de cinturón, o seleccionando apropiadamente el módulo de Young del caucho entre lonas para las partes vecinas de los bordes

laterales de las lonas de cinturón. Sin embargo, estas propuestas son todavía incapaces de evitar de manera suficiente el crecimiento de grietas desde los bordes laterales de las lonas de cinturón. El documento JP 2003 136911 muestra un neumático radial para vehículos pesados conocido.

Descripción de la Invención

5 (Tarea que debe ser Resuelta por la Invención)

10 Durante el funcionamiento de neumáticos bajo condiciones de carga, se aplican fuerzas externas al cinturón principal toroidal desde varias direcciones, incluyendo la dirección circunferencial, la dirección radial y la dirección de anchura de cinturón que causan una deformación inter-lonas por cizallamiento u otra deformación en los bordes laterales de las lonas de cinturón debido al desplazamiento de los cordones que intersectan en forma de paralelogramo. Una deformación tal tiende a ser muy elevada cuando los cordones de cinturón tienen un ángulo de intersección pequeño relativo al plano ecuatorial del neumático y las lonas de cinturón tienen anchuras grandes, como es el caso en las lonas de cinturón estrechas mencionadas anteriormente en el lado de lona interna, dando lugar por esa razón a problemas relacionados con la formación prematura de grietas en ubicaciones de deformación aumentada en los bordes laterales de las lonas de cinturón, así como a una tendencia de un crecimiento inter-lona de tales grietas.

15 Con respecto a las lonas de cinturón en el lado de lona externa en el neumático convencional tal como se explicó anteriormente, se aprecia que un aumento en la anchura de la lona de cinturón preserva de manera efectiva la alta rigidez del cinturón principal, y un aumento en el ángulo de intersección de los cordones de cinturón relativo al plano ecuatorial del neumático sirve de manera efectiva para reducir la deformación; por lo tanto, los dos rendimientos requeridos pueden conseguirse de una manera compatible.

20 Por otro lado, con respecto a las lonas de cinturón estrechas en el lado de lona interna en el neumático convencional, en las cuales el ángulo de intersección de los cordones de cinturón relativo al plano ecuatorial del neumático es pequeño, es inevitable preservar la anchura de las lonas de cinturón hasta un cierto punto con el fin de evitar el crecimiento diametral del neumático. Esto es incompatible con el requerimiento de una anchura reducida de las lonas de cinturón estrechas con el fin de reducir la deformación en los bordes laterales de las lonas de cinturón. Por consiguiente, por ejemplo, si se da prioridad a la reducción de la deformación reduciéndose por consiguiente la anchura de las lonas de cinturón estrechas, entonces aparecen problemas al no poder evitarse el crecimiento diametral del neumático durante el giro bajo una condición de carga, con un aumento inevitable en la cantidad de calor generado y en la magnitud del desgaste, además de que la así denominada "separación de corte" tiende a ocurrir cuando el caucho de rodadura sufre una separación debido al crecimiento prematuro, a lo largo de la superficie externa de la lona de cinturón más externa, de los cortes que ocurren en la superficie de rodadura, etc.

25 La presente invención se ha logrado con el fin de solucionar los problemas de la técnica anterior mencionados más arriba. Por consiguiente, es un propósito de la presente invención crear un neumático para vehículos pesados que sea capaz de suprimir de manera suficiente la magnitud de la deformación que ocurre en los bordes laterales de las lonas de cinturón, a pesar del aumento requerido de la anchura de las lonas de cinturón estrechas en el lado de lona interna, con el fin de evitar de manera efectiva la separación de la lona de cinturón y, por lo tanto, la separación del cinturón.

(Medios para Resolver la Tarea)

30 El inventor llevó a cabo investigaciones minuciosas en la lona de cinturón que comprende cordones de cinturón que tienen un ángulo de intersección pequeño relativo al plano ecuatorial del neumático, y descubrió que un aumento en la deformación por cizallamiento que ocurre en los bordes laterales de la lona de cinturón puede suprimirse a pesar del valor de la anchura de la lona de cinturón requerido, prestando especial atención a la estructura de la parte lateral de cinturón. Por consiguiente, de acuerdo con la presente invención, se crea un neumático radial para vehículos pesados tal como se reivindica en la reivindicación 1.

35 Se prefiere que los bordes laterales de la zona de cinturón estrecha más interna incluyan proyecciones que son convexas hacia un lado externo radial, donde estas proyecciones tienen una altura (C) máxima de proyección definida con referencia a la superficie periférica interna de la lona más interna en su intersección con el plano ecuatorial del neumático, es decir, medida en la dirección radial del neumático desde una línea recta, que es tangente a la proyección de la superficie periférica interna de la lona de cinturón estrecha y se extiende en paralelo con el eje central del neumático, en el cual la altura máxima de proyección está comprendida en un intervalo de:

$$0 < C < 3 \times d_1$$

40 donde d_1 es el diámetro de los cordones de cinturón de la lona más interna.

45 Aquí, los bordes laterales de la lona de cinturón estrecha más interna se refieren a la región que está comprendida en un intervalo entre un 60% y un 95% de la anchura (W_1) de la lona de cinturón estrecha en ambos lados del plano ecuatorial del neumático, y la proyección tiene una posición de pico que existe en tal región.

5 Debe indicarse que el término "llanta del diseño" se refiere a una llanta especificada en los estándares identificados más adelante con referencia al tamaño del neumático, el término "presión interna designada" se refiere a la presión de aire especificada también en los estándares identificados más adelante con referencia a la máxima capacidad de carga, y el término "máxima capacidad de carga" se refiere al peso máximo que se permite cargar al neumático. En este caso, el aire puede ser remplazado por un gas inerte tal como el gas nitrógeno, etc.

10 Los estándares están estipulados mediante estándares industriales aplicables a áreas en las que se fabrican o se utilizan los neumáticos, incluyendo el "Anuario" editado por la Asociación de Neumáticos y Llantas (*The Tire and Rim Association, Inc.*) para los Estados Unidos, el "Manual de Estándares" editado por la Organización Técnica Europea de Neumáticos y Llantas para Países Europeos (*The European Tyre and Rim Technical Organization for European Countries*), y el "Anuario JATMA" editado por la Asociación Japonesa de Fabricantes de Neumáticos de Automóviles para Japón (*The Japan Automobiles Tyre Manufacturers Association for Japan*).

15 Se prefiere que, en la postura del neumático en la que se monta el neumático en una llanta de diseño y se infla con una presión interna designada, por ejemplo, las lonas de cinturón estrechas tengan una anchura que esté comprendida en un intervalo entre 0,25 y 0,5 veces una anchura de rodadura (TW, *Tread Width*), y que el ángulo de intersección de los cordones de cinturón, preferiblemente cordones de cinturón de acero, relativo al plano ecuatorial del neumático esté comprendido en un intervalo entre 3° y 10°. También se prefiere que, en la misma postura del neumático, la lona de cinturón ancha tenga una anchura que esté comprendida en un intervalo entre 0,60 y 0,8 veces la anchura de rodadura (TW), y que el ángulo de intersección de los cordones de cinturón, preferiblemente cordones de cinturón de acero, relativo al plano ecuatorial esté comprendido en un intervalo entre 15° y 35°.

20 Se prefiere que la diferencia en la anchura media entre la lona de cinturón ancha y las lonas de cinturón estrechas esté comprendida en un intervalo entre 0,2 y 0,4 veces la anchura de rodadura (TW).

(Efectos de la Invención)

25 El inventor llevó a cabo ensayos en tambor con el fin de evaluar la durabilidad en marcha de neumáticos convencionales que incluyen un cinturón principal tal como se muestra en la vista en sección de media anchura de la Figura 10, que está tomada en la dirección de la anchura del neumático. Como resultado, ha quedado claro que, con respecto a las dos lonas 52, 53 de cinturón estrechas en el lado de lona interna, que están dispuestas en el lado de la periferia externa de la región de corona de una carcasa 51 radial, se generan grietas C₁ en los bordes laterales de la lona 53 de cinturón estrecha en el lado de lona externa, que se extienden hacia la lona 52 de cinturón estrecha en su lado de lona interna, así como grietas C₂ que se extienden hacia una lona 54 de cinturón ancha dispuesta en el lado de lona externa adyacente a la lona 53 de cinturón estrecha en su lado de la periferia externa, que crece entre las lonas 53, 54 de cinturón. También ha quedado claro que se generan grietas C₃ en los bordes laterales de la lona 52 de cinturón más interna, que se extienden hacia la lona 53 de cinturón estrecha en su lado de la periferia externa y que crecen entre las lonas 52, 53 de cinturón. Incidentalmente, el número 55 de referencia denota la lona de cinturón ancha más externa dispuesta en el lado de lona externa.

35 A continuación, se analizó la ocurrencia de la situación de aparición de deformaciones inter-lona por cizallamiento, lo que provoca la generación de tales grietas C₁, C₂ y C₃, mediante el uso de análisis de deformaciones con el método de los elementos finitos. Tal análisis ha revelado que la deformación inter-lona por cizallamiento puede clasificarse como un primer tipo de deformación inter-lona por cizallamiento que ocurre a lo largo de toda la anchura del cinturón debido a la deformación por curvatura del cinturón en un plano de sección de lado a lado del neumático, lo que, a su vez, ocurre como resultado de la deformación por compresión de la parte en contacto con el suelo de la banda de rodadura durante la marcha del neumático bajo una condición de carga, y también como un segundo tipo de deformación inter-lona por cizallamiento debida a una fuerza de tracción circunferencial generada en la parte lateral del cinturón donde se carga el neumático o bien cuando se aplican fuerzas laterales a la superficie de la banda de rodadura.

45 Por consiguiente, puede concluirse que las grietas C₁, C₂ y C₃ formadas en los bordes laterales de las lonas 52, 53 de cinturón tal como se explicó anteriormente se generan como resultado de la superposición de los dos tipos de deformaciones inter-lona por cizallamiento explicados, lo que puede ilustrarse a modo de ejemplo mediante un gráfico tal como se muestra en la Figura 11. Debe indicarse que la deformación (%) por cizallamiento en la ordenada de este gráfico se refiere a la tasa de deformación entre las lonas de cinturón que sufren dislocación en la dirección circunferencial.

55 Puede entenderse a partir de la Figura 11 que la deformación entre las lonas 52, 53 de cinturón estrechas es notablemente elevada en los bordes laterales como resultado de la superposición de la deformación por cizallamiento debida a la curvatura y a la deformación por cizallamiento debida a la tensión. Por otro lado, la deformación entre las lonas 53, 54 de cinturón es elevada en los bordes laterales de las lonas 52, 53 de cinturón estrechas de manera similar a la deformación entre ellas, pero disminuye gradualmente desde el borde lateral de la lona 53 de cinturón estrecha hacia el lado externo de la dirección de anchura del neumático.

En vista de lo anterior, con el fin de evitar la aparición de las grietas C₁, C₂ y C₃, resulta efectivo reducir al menos una de las deformaciones por cizallamiento debidas a la curvatura y las deformaciones por cizallamiento debidas a

la tensión.

En este punto, con el fin de reducir la deformación por cizallamiento debida a la deformación por curvatura, resulta efectivo hacer grande la diferencia de elongación circunferencial entre las lonas de cinturón vecinas de tal manera que se absorba la deformación por curvatura durante la carga de la banda de rodadura mediante la elongación de las lonas de cinturón, *per se*, en lugar de la elongación del caucho inter-lona de las lonas de cinturón. También resulta importante adoptar una distancia elevada entre las lonas de cinturón en el lado de lona interna y las lonas de cinturón en el lado de lona externa. Por consiguiente, con el fin de suprimir la deformación en los bordes laterales de la segunda lona de cinturón estrecha más interna sujeta a una concentración severa de la tensión por cizallamiento, por ejemplo, resulta efectivo adoptar para la lona de cinturón ancha como tercera lona de cinturón, y también para la lona de cinturón ancha como la cuarta lona de cinturón, si existe, una forma convexa radialmente hacia afuera, en ubicaciones que corresponden a los bordes laterales de la lona de cinturón estrecha como segunda lona de cinturón. Sin embargo, el aumento resultante en la distancia inter-lonas da lugar a problemas relacionados con un aumento en la anchura total de la parte de rodadura y un aumento en la cantidad de calor generado durante el giro del neumático, degradando por esa razón la durabilidad térmica del neumático.

Por consiguiente, de acuerdo con la presente invención, se da prioridad a la reducción de la deformación inter-lonas por cizallamiento debida a la deformación por curvatura del cinturón mediante el aumento de la diferencia en la elongación circunferencial de las lonas de cinturón vecinas, y se proporcionan los bordes laterales de la lona de cinturón más interna con proyecciones que adoptan una forma convexa radialmente hacia afuera, con referencia a la posición de intersección de esa lona de cinturón relativa al plano ecuatorial del neumático.

Con la estructura de cinturones del neumático de acuerdo con la presente invención, de manera general, las dos lonas de cinturón estrechas en el lado de lona interna que tienen un ángulo de intersección pequeño de los cordones de cinturón relativo al plano ecuatorial del neumático sufren una elongación pequeña en la dirección circunferencial, mientras que las dos lonas de cinturón anchas en el lado de lona externa de estas lonas de cinturón estrechas que tienen un ángulo de intersección pequeño de los cordones de cinturón relativo al plano ecuatorial del neumático sufren una elongación grande en la dirección circunferencial. Por consiguiente, cuando el cinturón está sometido a una deformación por curvatura radialmente hacia adentro, tal como se observa en la sección de lado a lado del cinturón, una selección óptima de la posición del eje neutral de la curvatura debido a que se disponen las proyecciones mencionadas anteriormente hace posible situar la totalidad de la región central del cinturón en el lado de compresión circunferencial, para situar las partes laterales de las lonas de cinturón estrechas del lado de lona interna en el lado de tensión circunferencial, y situar las regiones anchas en las partes laterales de las lonas de cinturón anchas del lado de lona externa en el lado de compresión circunferencial. Gracias a ello, los bordes laterales y las regiones vecinas de la lona de cinturón estrecha como segunda lona de cinturón más interna se sitúan en el lado de tensión circunferencial, mientras que la lona de cinturón ancha como tercera lona de cinturón se sitúa en el lado de compresión circunferencial, haciendo posible preservar una diferencia grande en elongación y por esa razón reducir de manera efectiva la deformación por cizallamiento debida a la curvatura circunferencial.

Esto se ilustra en la gráfica de la Figura 1, a partir de la cual puede entenderse que debido a que se disponen las proyecciones para los bordes laterales de la lona de cinturón estrecha más interna, la deformación inter-lonas por cizallamiento que ocurre entre la lona de cinturón estrecha más interna y la segunda lona de cinturón estrecha, y también entre la segunda lona de cinturón estrecha y la tercera lona de cinturón ancha, debido a que la deformación por curvatura aumenta gradualmente en la región central del cinturón hacia el plano ecuatorial del neumático, y disminuye gradualmente hacia los bordes laterales, ambas cosas opuestas al caso mostrado en la Figura 11.

Por el contrario, debido a que se disponen las proyecciones para los bordes laterales de la lona de cinturón estrecha más interna, la deformación inter-lonas por cizallamiento debida a la tensión ocurre en los bordes laterales de cada lona de cinturón con un grado similar al caso mostrado en la Figura 11, a pesar de que la reducción de la deformación inter-lona por cizallamiento mencionada anteriormente de vida a la deformación por curvatura hace posible reducir de manera efectiva la deformación total por cizallamiento en los bordes laterales de la lona de cinturón como un todo, para evitar de manera ventajosa la formación de grietas en los bordes laterales de las lonas de cinturón estrechas en el lado de lona interna.

Con el fin de conseguir una reducción tal de la deformación inter-lona por cizallamiento debida a la deformación por curvatura, se requiere que las proyecciones de la lona de cinturón estrecha más interna, en particular sus picos, se sitúen en los bordes laterales de esa lona de cinturón, es decir, en la región comprendida en un intervalo entre un 60% y un 95% de la anchura (W_1) de la lona de cinturón estrecha en ambos lados del plano ecuatorial del neumático.

De esta manera, es posible reducir de manera selectiva la deformación por cizallamiento entre los bordes laterales de la lona de cinturón más interna y los bordes laterales de la segunda lona de cinturón. Sin embargo, si las proyecciones se sitúan en una región por debajo del 60%, la deformación por cizallamiento tiende a aumentar aun cuando puede reducirse la deformación por cizallamiento debida a la curvatura entre ambas lonas de cinturón en las regiones adyacentes a la parte central. Por otro lado, si las proyecciones se sitúan en una región por encima del 95%, los picos de las proyecciones se sitúan en el lado externo en la dirección de la anchura del cinturón, dando

lugar a una efectividad pobre en la provisión de las proyecciones.

En este caso, se prefiere que la altura (C) máxima de proyección de las proyecciones en los bordes laterales de la lona de cinturón estrecha más interna, que se define con referencia a la superficie de la periferia interna de la lona más interna en su intersección con el plano ecuatorial del neumático, es decir, medida en la dirección radial del neumático a partir de una línea recta, que es tangente a la proyección en la superficie de la periferia interna de la lona de cinturón estrecha y se extiende en paralelo con el eje central del neumático, esté comprendido en un intervalo de:

$$0 < C < 3 \times d_1$$

donde d_1 es el diámetro de los cordones de cinturón de la mencionada lona más interna.

10 En otras palabras, cuando no se disponen las proyecciones en los bordes laterales de la lona de cinturón estrecha más interna, no puede reducirse la deformación inter-lona por cizallamiento debida a la deformación por curvatura, mientras que si la altura máxima de proyección de las proyecciones no es inferior a $3d_1$, las grietas inter-lona formadas en la parte central de la anchura del cinturón muestran un desarrollo en un grado que resulta demasiado grande.

15 En el neumático para vehículos pesados tal como se explicó anteriormente, si las anchuras de la lona de cinturón estrecha interna y de la segunda lona de cinturón estrecha más interna están comprendidas en un intervalo entre 0,25 y 0,5 veces la anchura de rodadura (TW), las lonas de cinturón estrechas muestran la función de supresión del crecimiento diametral, y a pesar de eso evitan de manera efectiva la formación de grietas desde los bordes laterales de las lonas de cinturón.

20 Particularmente, si la anchura es menor que 0,25 veces, los problemas mencionados anteriormente asociados a la cantidad de calor generado y a la magnitud del desgaste están probablemente causados por el crecimiento diametral del neumático, mientras que si es mayor que 0,5 veces, adicionalmente al aumento en la deformación por cizallamiento en los bordes laterales de las lonas de cinturón mencionado anteriormente, se provocan problemas adicionales de manera probable tales como degradación en la vibración y comodidad en la conducción.

25 En este caso, se prefiere que el ángulo de intersección de los cordones de cinturón en las lonas de cinturón estrechas relativo al plano ecuatorial del neumático esté comprendido en un intervalo entre 3° y 10° , con el fin de que las lonas de cinturón muestren una alta resistencia a la tensión circunferencial y por esa razón mejoren la durabilidad de cinturón. Si el ángulo de intersección es menor que 3° , la elongación de las lonas de cinturón en la dirección circunferencial irá prácticamente más allá de las expectativas, con el resultado de que el desgaste no uniforme está provocado probablemente por una diferencia excesiva en la resistencia a la tensión circunferencial entre la región central y las regiones laterales, y una excesiva longitud de contacto con el suelo en las regiones laterales de la banda de rodadura. Por otro lado, si el ángulo de intersección es menor que 10° , la resistencia a la tensión circunferencial de las lonas de cinturón estrechas y, por lo tanto, la fuerza de supresión del crecimiento diametral se empobrece, aumentando por ello la cantidad de calor generado y la magnitud del desgaste, con una tendencia aumentada a la separación de corte.

35 Se prefiere también que la anchura de al menos una lona de cinturón ancha esté comprendida en el intervalo entre 0,60 y 0,8 veces la anchura de rodadura (TW), con el fin de suprimir de manera efectiva la deformación en los bordes laterales de las lonas de cinturón, y a pesar de eso preservar una excelente resistencia contra el desgaste a la potencia de toma de curvas. Si la anchura de la lona de cinturón ancha es menor que 0,6 veces, la función de supresión del crecimiento diametral y la resistencia contra el desgaste en la parte de la banda de rodadura se degradan inevitablemente, mientras que si es mayor que 0,8 veces, tienden a producirse fallos de separación en los bordes laterales de las lonas de cinturón.

45 En este caso, se prefiere que el ángulo de intersección de los cordones de cinturón de las lonas de cinturón anchas relativo al plano ecuatorial del neumático esté comprendido en un intervalo entre 15° y 35° , con el fin de mejorar la propiedad contra el desgaste a la potencia de toma de curvas.

También se prefiere que la anchura media de las lonas de cinturón anchas difiera de la anchura media de las lonas de cinturón estrechas en una magnitud comprendida en un intervalo entre 0,2 y 0,4 veces la anchura de rodadura (TW), con el fin de proporcionar una supresión bien balanceada de la deformación inter-lona y la propiedad contra el desgaste de una manera altamente sofisticada.

50 **Breve descripción de los dibujos**

La presente invención se describirá a continuación con detalles adicionales, haciendo referencia a los dibujos que acompañan, en los cuales:

La Figura 1 es una gráfica que muestra efectos ventajosos a los que da lugar el neumático de acuerdo con la presente invención;

La Figura 2 es una vista en sección de lado a lado que muestra la mitad derecha del neumático de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Figura 3 es una vista de corte plana que muestra la mitad derecha del cinturón;

5 Las Figuras 4(a) a 4(d) muestran de manera esquemática ejemplos de la proyección que se dispone para la lona de cinturón estrecha más interna;

La Figura 5 muestra esquemáticamente el modo de medir la altura máxima de proyección;

La Figura 6 muestra esquemáticamente la estructura laminada básica de la lona de cinturón en los neumáticos de ensayo;

10 Las Figuras 7(a) a 7(d) muestran esquemáticamente la estructura del cinturón del neumático de ensayo tal como se utiliza en el Ejemplo 1;

La Figura 8 muestra el resultado de las mediciones con respecto a la longitud de crecimiento de la grieta en el Ejemplo 1;

La Figura 9 muestra esquemáticamente la estructura del cinturón del neumático de ensayo tal como se utiliza en el Ejemplo 2;

15 La Figura 10 es una vista en sección de lado a lado que muestra la mitad derecha de un neumático convencional; y

La Figura 11 es una gráfica que muestra la tasa de deformación inter-lona por cizallamiento que ocurre en el neumático convencional.

(Símbolos de Referencia)

20 1... Parte de la banda de rodadura

2... Parte del flanco lateral

3... Parte del talón

4... Núcleo del talón

5... Carcasa radial

25 6... Cinturón

7, 10... Proyecciones

9... Eje neutral

W₁... Anchura de la lona de cinturón estrecha más interna

X... Plano ecuatorial del neumático

30 1B, 2B, 3B, 4B... Lonas de cinturón

I... Línea recta

C... Altura máxima de proyección

$\theta_1, \theta_2, \theta_3, \theta_4$... Ángulos de cordón de cinturón relativos al plano ecuatorial del neumático

C12, C23, CC12, CC23... Longitudes de crecimiento de grieta

35 **Mejor modo para llevar a cabo la invención**

La vista en sección de lado a lado de la Figura 2 muestra la mitad derecha de un neumático de acuerdo con una realización de la presente invención, que está situado en una postura como si estuviera montado en una llanta de diseño e inflado con una presión interna designada. El número 1 de referencia denota una parte de la banda de rodadura, el número 2 denota una parte del flanco lateral que se extiende de manera continua desde una parte lateral de la parte 1 de banda de rodadura radialmente hacia adentro, y el número 3 denota una parte del talón que se extiende de manera continua en el lado de la periferia interior de la parte 2 del flanco lateral.

40

Se dispone una carcasa 5 radial que comprende al menos una capa de carcasa, que se extiende de una manera

toroidal entre núcleos 4 de talón opuestos en las partes de talón en ambos lados, y que sirve para reforzar la parte 1 de banda de rodadura, las partes 2 de los flancos laterales y las partes 3 del talón. La carcasa 5 radial tiene partes laterales que están dobladas hacia arriba alrededor de los núcleos 4 de talón relevantes radialmente hacia afuera.

5 La carcasa 5 radial incluye una región de corona que tiene un lado de periferia externa, en la cual se dispone una lona de cinturón que comprende al menos 3 lonas, es decir, un cinturón 6 que comprende 4 lonas de cinturón en la realización ilustrada. Entre estas lonas de cinturón, la lona de cinturón más interna y una segunda lona de cinturón más interna adyacente a y dispuesta sobre el lado de la periferia externa de la lona de cinturón más interna constituyen ambas lonas 1B, 2B de cinturón estrechas en el lado de lona interna, y una tercera lona de cinturón y la lona de cinturón más externa dispuesta sobre el lado de la periferia externa de las lonas 1B, 2B de cinturón constituyen ambas lonas 3B, 4B de cinturón anchas en el lado de lona externa.

10 Tal como se muestra en la vista de corte plana de la Figura 3, entre las lonas de cinturón respectivas, la lona 1B de cinturón estrecha más interna tiene una anchura W_1 medida en la dirección de la anchura del neumático, que es mayor que la anchura W_2 de la lona 2B de cinturón estrecha como segunda lona. La lona 3B de cinturón ancha como tercera lona de cinturón tiene una anchura W_3 que es mayor que las anchuras de las lonas 1B, 2B de cinturón estrechas. La lona 4B de cinturón ancha más externa tiene una anchura W_4 que es mayor que la anchura de la lona 1B de cinturón estrecha más interna, pero menor que la anchura de la tercera lona 3B de cinturón.

Se prefiere que las anchuras W_1 , W_2 de las lonas 1B, 2B de cinturón estrechas estén comprendidas en un intervalo entre 0,25 y 0,5 veces la anchura de rodadura TW , y que las anchuras W_3 , W_4 de las lonas 3B, 4B de cinturón anchas estén comprendidas en un intervalo entre 0,6 y 0,8 veces la anchura de rodadura TW .

20 Se prefiere también que la diferencia entre la anchura media de las lonas 3B, 4B de cinturón anchas y la anchura media de las lonas 1B, 2B de cinturón estrechas esté comprendida en el intervalo entre 0,2 y 0,4 veces la anchura de rodadura TW .

25 Las lonas 1B, 2B de cinturón estrechas incluyen cordones de cinturón constituidos por un material de baja elongación tal como acero, fibra de poliamida aromática, etc., tienen un ángulo θ_1 , θ_2 , de intersección relativo al plano X ecuatorial del neumático que está comprendido en un intervalo entre 3° y 10° . De manera similar, los cordones de cinturón de las lonas 3B, 4B de cinturón anchas tienen un ángulo θ_3 , θ_4 de intersección relativo al plano X ecuatorial del neumático que es mayor que el ángulo de intersección θ_1 , θ_2 , y que está comprendido en un intervalo entre 15° y 35° . Se prefiere que, tal como se muestra en la Figura 3, estos cordones de cinturón se extiendan en direcciones opuestas de manera relativa al plano ecuatorial del neumático, entre lonas de cinturón adyacentes.

30 En la disposición mencionada anteriormente de las lonas de cinturón, tal como se muestra en la vista alargada del cinturón 6 ilustrado en la Figura 5, el borde lateral de la lona 1B de cinturón estrecha más interna, es decir, la región incluida en el seno de un intervalo entre el 60% y el 95% de la anchura W_1 de la lona 1B de cinturón estrecha en ambos lados del plano X ecuatorial del neumático, está formado parcialmente o enteramente como una proyección que es convexa radialmente hacia afuera, mediante la interposición de un material de caucho, un conformado apropiado del caucho de rodadura, etc., por ejemplo. La proyección 7 tiene la altura máxima C de proyección en la superficie de la periferia interna, que se mide en la intersección de la lona 1B de cinturón estrecha más interna con el plano X ecuatorial del neumático, en la dirección radial del neumático desde una línea l recta, que es tangente a la superficie de la periferia interna de la lona 1B de cinturón estrecha y se extiende en paralelo con el eje central del neumático, donde la altura C máxima de proyección está comprendida en el intervalo de:

$$0 < C < 3 \times d_1$$

donde d_1 es el diámetro de los cordones de cinturón de la lona 1B de cinturón estrecha.

45 Debe indicarse que en la Figura 4(a), debido a que se dispone la proyección 7 para la lona 1B de cinturón estrecha más interna, la segunda lona 2B de cinturón estrecha también se forma con una proyección 8 que es convexa radialmente hacia afuera, a pesar de que la formación de una proyección 8 tal no es un requerimiento de la presente invención.

50 Con el cinturón 6 construido tal como se describió anteriormente, cuando el cinturón 6 sufre una deformación por curvatura debido a la deformación comprensiva de la región de contacto con el suelo en la parte de la banda de rodadura debido a la rodadura de un neumático cargado, el eje 9 neutral de la curvatura se extiende como se muestra mediante una línea imaginaria en la Figura 4(a), de tal manera que las partes laterales de la lona 3B de cinturón ancha se extienden, sobre un intervalo más amplio, en el lado de compresión circunferencial, comparado con el caso en el que la lona de cinturón más interna no se dispone con las proyecciones, es decir, comparado con la extensión convencional del eje 9 neutral tal como se muestra en la Figura 4(b).

55 Por consiguiente, cuando se observa en sección transversal en la ubicación adyacente al borde lateral de la lona 2B de cinturón estrecha como segunda lona, por ejemplo, en la sección transversal en posición C-C en la Figura 4(a), tiene lugar la elongación/contracción circunferencial de la lona 2B de cinturón estrecha que tiene una elevada rigidez

circunferencial, y la lona 3B de cinturón ancha que tiene una baja rigidez, tal como se muestra esquemáticamente en la Figura 4(c), de tal manera que la lona 3B de cinturón ancha está sometida a una deformación por compresión circunferencial mientras que la lona 2B de cinturón estrecha está sujeta a una deformación por elongación circunferencial. En este caso, la diferencia en elongación entre la lona 2B de cinturón estrecha y la lona 3B de cinturón ancha es mucho mayor comparada con el caso de la Figura 4(d), que muestra el modo de elongación/contracción en una posición seccional similar a la de la Figura 4(b). Esto significa de la deformación inter-lona por cizallamiento entre los bordes laterales de la lona 2B de cinturón estrecha y la lona 3B de cinturón ancha puede ser reducida de manera efectiva.

En referencia a la Figura 1, puede entenderse que las deformaciones inter-lona por cizallamiento debidas a las fuerzas de tracción entre los bordes laterales de la lona 1B de cinturón estrecha más interna y la segunda lona 2B de cinturón estrecha, *per se*, no se reducen sustancialmente.

Debe apreciarse que puede llevarse a cabo la medición de la altura máxima C de proyección de la proyección 7 dispuesta para los bordes laterales de la lona 1B de cinturón estrecha más interna, tal como se muestra en la Figura 5, midiendo la distancia entre el borde de la periferia interna del cordón de cinturón situado en el lado radial más externo y una línea l recta, que pasa por la posición media de los bordes de la periferia interna de seis cordones de cinturón, es decir, tres cordones de cinturón a cada lado del plano X ecuatorial del neumático, en la intersección de la lona 1B de cinturón estrecha y el plano X ecuatorial, y que se extiende en paralelo con el eje central del neumático hasta una ubicación adyacente al borde lateral de la lona 1B de cinturón estrecha.

Ejemplo 1

Se prepararon neumáticos de ensayo que tienen un tamaño de 4000R57, y una estructura de cinturones de seis lonas y una anchura de rodadura tal como se muestra en la Figura 6, en los que las posiciones de altura máxima de proyección de las proyecciones están situadas en una posición del 78% a ambos lados del plano X ecuatorial del neumático. La altura C máxima de proyección de estas proyecciones se varió tal como se muestra en las Figuras 7(a) a 7(d) para evaluar la durabilidad del cinturón, y se obtuvieron los resultados que se muestran en la Figura 8. Incidentalmente, el diámetro de los cordones de cinturón de la lona de cinturón más interna era de 2,5 mm.

En este punto, la evaluación se llevó a cabo montando los neumáticos de ensayo en una llanta que tenía una anchura de llanta de 74 cm, ajustando la presión interna de inflado a 700 Pa, y sometiendo a los neumáticos de ensayo a rodadura bajo condiciones de carga en un tambor de ensayos con un diámetro de 5,0 m, a una temperatura de 30°C y a una velocidad de 10 Km/h. En este caso, el peso de la carga fue de un 150% del peso prescrito por los estándares TRA, y la fuerza lateral aplicada a la superficie de la banda de rodadura fue fijada en 0,1G. Después de 240 horas de rodadura de los neumáticos de ensayo, cada uno de los neumáticos se cortó en 4 posiciones circunferenciales en la dirección de anchura, para medir los crecimientos de la longitud de las grietas que aparecieron en los bordes laterales, etc., de las lonas de cinturón.

Este ensayo de evaluación reveló que, para el neumático convencional en el que se forman ranuras en la lona 1B de cinturón estrecha más interna, y también para los neumáticos 1 a 4 de ejemplo, ocurrió una formación de grietas C₁, C₂, C₃ tal como se explicó con referencia a la Figura 10, desde los bordes laterales de las dos lonas 1B, 2B de cinturón estrechas en el lado de lona interna. Por consiguiente, con las posiciones de borde lateral de la segunda lona 2B de cinturón estrecha como referencia, se midieron la máxima longitud C₁₂ de las grietas entre las dos lonas de cinturón estrechas y la máxima longitud C₂₃ de las grietas entre la segunda lona 2B de cinturón y la tercera lona 3B de cinturón.

Por otro lado, también se reveló que, debido al aumento en la altura C máxima de proyección de las proyecciones proporcionadas para la lona 1B de cinturón estrecha, la formación de las grietas inter-lona en el cinturón ocurrió desde el plano X ecuatorial del neumático hacia los bordes laterales de cinturón. Por consiguiente, también se midió la distancia CC₁₂ de las grietas entre las lonas de cinturón estrechas desde el plano X ecuatorial del neumático y se midió la distancia CC₂₃ de las grietas entre la segunda lona 2B de cinturón y la tercera lona 3B de cinturón desde el plano X ecuatorial del neumático.

Puede entenderse a partir de la Figura 8 que si la altura máxima C de proyección de las proyecciones está comprendida en el intervalo $0 < C < 3 \times d_1$, entonces las grietas que crecen desde cualquier dirección pueden ser evitadas de manera efectiva.

En otras palabras, si la altura máxima de proyección no es mayor que cero, las grietas que crecen desde los bordes laterales de las lonas 1B, 2B de cinturón estrechas se hacen demasiado largas, mientras que si no es mayor que $3d_1$, las grietas que crecen desde el lado del plano X ecuatorial del neumático se hacen abruptamente largas.

Ejemplo 2

Se prepararon neumáticos de ensayo con la misma estructura básica que los neumáticos de ensayo utilizados en el Ejemplo 1, en los que la altura máxima de proyección de la lona 1B de cinturón estrecha más interna era de 3 mm (= $1,2 \times d_1$), y la tercera lona 3B de cinturón ancha se dispone con proyecciones 10 en ubicaciones que corresponden a

5 los bordes laterales de la lona 1B, 2B de cinturón estrecha de manera que sean convexas radialmente hacia afuera, tal como se muestra en la Figura 9. Para estos neumáticos de ensayo, la durabilidad del cinturón se evaluó de una manera similar al Ejemplo 1. Se ha revelado, tal como se muestra simbólicamente mediante círculos (o) y cuadrados (y) en la gráfica de la Figura 8, que C12 y C23 pueden reducirse a 28 mm y 30 mm, respectivamente, y tanto CC12 como CC23 pueden reducirse a 0 mm.

10 Particularmente, esto está basado en el hecho de que, debido a que se disponen proyecciones 10 para la lona 3B de cinturón ancha, las partes laterales de esa lona 3B de cinturón tienen regiones aumentadas que están incluidas en el lado de compresión, haciendo posible aumentar la diferencia en elongación/contracción en la dirección circunferencial del cinturón para de ese modo reducir adicionalmente la deformación por cizallamiento entre las lonas internas y externas.

REIVINDICACIONES

5 1.- Un neumático radial para vehículos pesados que comprende una carcasa (5) radial que tiene una región de corona, dos capas de lonas (1B, 2B) de cinturón en un lado de lona interna, y al menos una capa de lonas (3B, 4B) de cinturón anchas en un lado de lona externa, que es mayor en anchura (W) que dichas lonas de cinturón estrechas, en el que dichas lonas de cinturón estrechas y dicha al menos una lona de cinturón ancha están dispuestas de manera secuencial en una periferia externa de la mencionada región de corona,

10 donde las dos lonas de cinturón estrechas mencionadas comprenden cordones de cinturón que intersectan un plano (X) ecuatorial del neumático con un ángulo (θ_1, θ_2) de intersección que es menor que aquél (θ_3, θ_4) de los cordones de cinturón de las mencionadas lonas de cinturón anchas, donde los mencionados cordones de cinturón de las lonas de cinturón se extienden en direcciones que se intersectan mutuamente entre lonas adyacentes, donde dichas lonas de cinturón estrechas incluyen una lona más interior con bordes laterales, cada uno de los cuales forman una proyección (7) que es convexa radialmente hacia afuera, en la que la proyección tiene un pico en la región comprendida dentro de un intervalo entre el 60% y el 95% de la anchura (W_1) de la lona de cinturón estrecha a través del plano ecuatorial del neumático; y donde la mencionada lona más interna tiene una superficie periférica interna con un radio en los mencionados bordes laterales, donde dicho radio no es mayor que un radio de referencia de la superficie de la periferia interna de la lona más interna en su intersección con el mencionado plano ecuatorial del neumático.

20 2.- Un neumático radial para vehículos pesados de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los bordes laterales de la mencionada lona de cinturón estrecha más interna incluyen proyecciones que son convexas radialmente hacia un lado externo, donde dichas proyecciones tienen una altura (C) máxima de proyección definida con referencia a la superficie periférica interna de la mencionada lona más interna en su intersección con el mencionado plano ecuatorial del neumático, donde dicha altura máxima de proyección está comprendida en el intervalo de:

$$0 < C < 3 \times d_1$$

donde d_1 es un diámetro de los cordones de cinturón de la mencionada lona más interna.

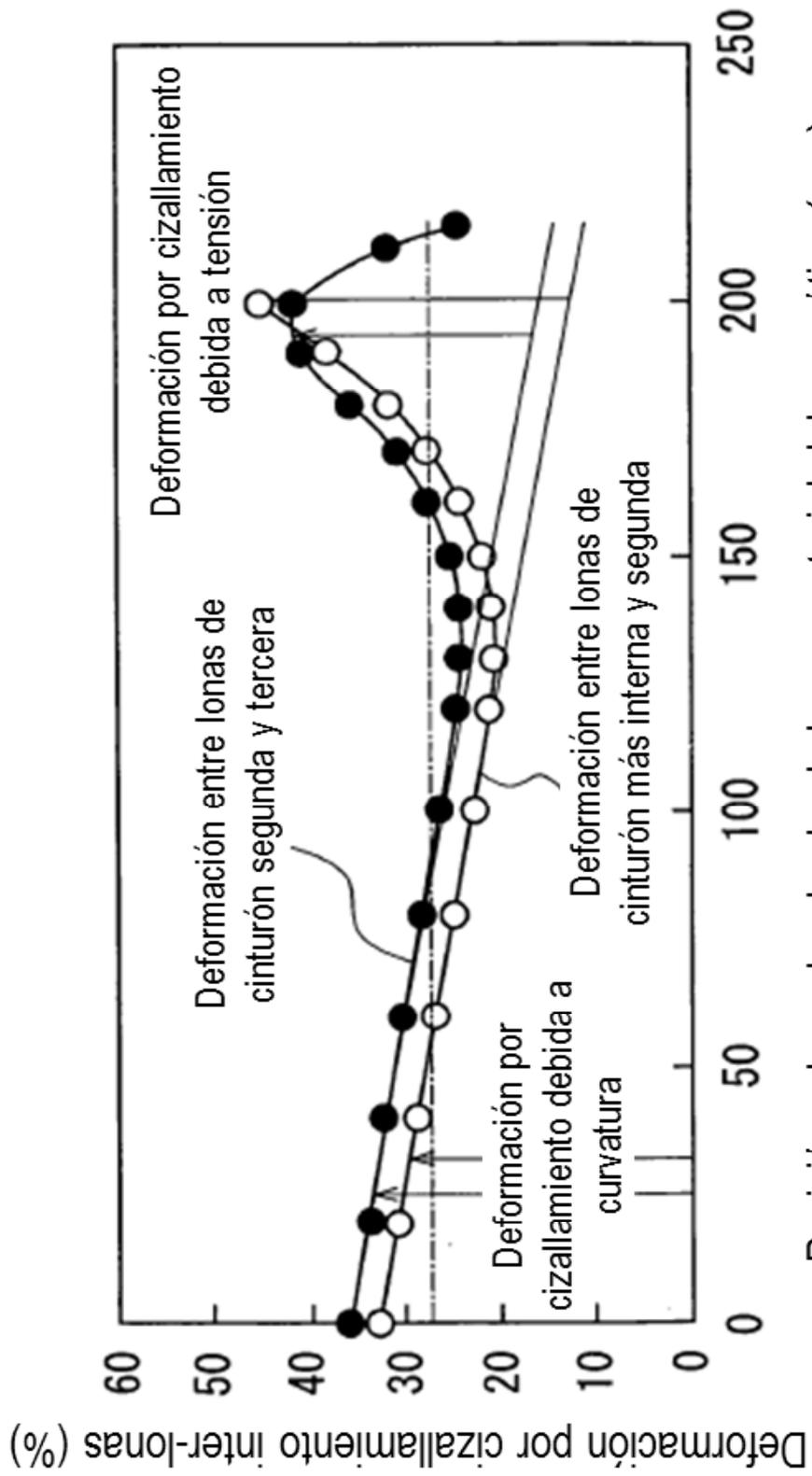
25 3.- Un neumático radial para vehículos pesados de acuerdo con la reivindicación 1 ó la reivindicación 2, en el que las mencionadas lonas de cinturón estrechas tienen una anchura que está comprendida en un intervalo entre 0,25 y 0,5 veces una anchura de rodadura (TW), y el ángulo de intersección de los cordones de cinturón relativo al plano ecuatorial del neumático está comprendido en un intervalo entre 3° y 10°.

30 4.- Un neumático radial para vehículos pesados de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la mencionada lona de cinturón ancha tiene una anchura (W_3, W_4) que está comprendida en un intervalo entre 0,60 y 0,8 veces la anchura de rodadura (TW), y el ángulo de intersección de los cordones de cinturón relativo al plano ecuatorial del neumático está comprendido en un intervalo entre 15° y 35°.

35 5.- Un neumático radial para vehículos pesados de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que una anchura media de la mencionada al menos una lona de cinturón ancha difiere de una anchura media de las lonas de cinturón estrechas mencionadas en una cantidad que está comprendida en un intervalo entre 0,2 y 0,4 veces la anchura de rodadura (TW).

6.- Un neumático radial para vehículos pesados de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la lona de cinturón ancha se proporciona con proyecciones (10) en ubicaciones que corresponden a los bordes laterales de la lona de cinturón estrecha de manera que sean convexas radialmente hacia afuera.

FIG. 1



Posición a lo ancho desde el plano ecuatorial del neumático (mm)

FIG. 2

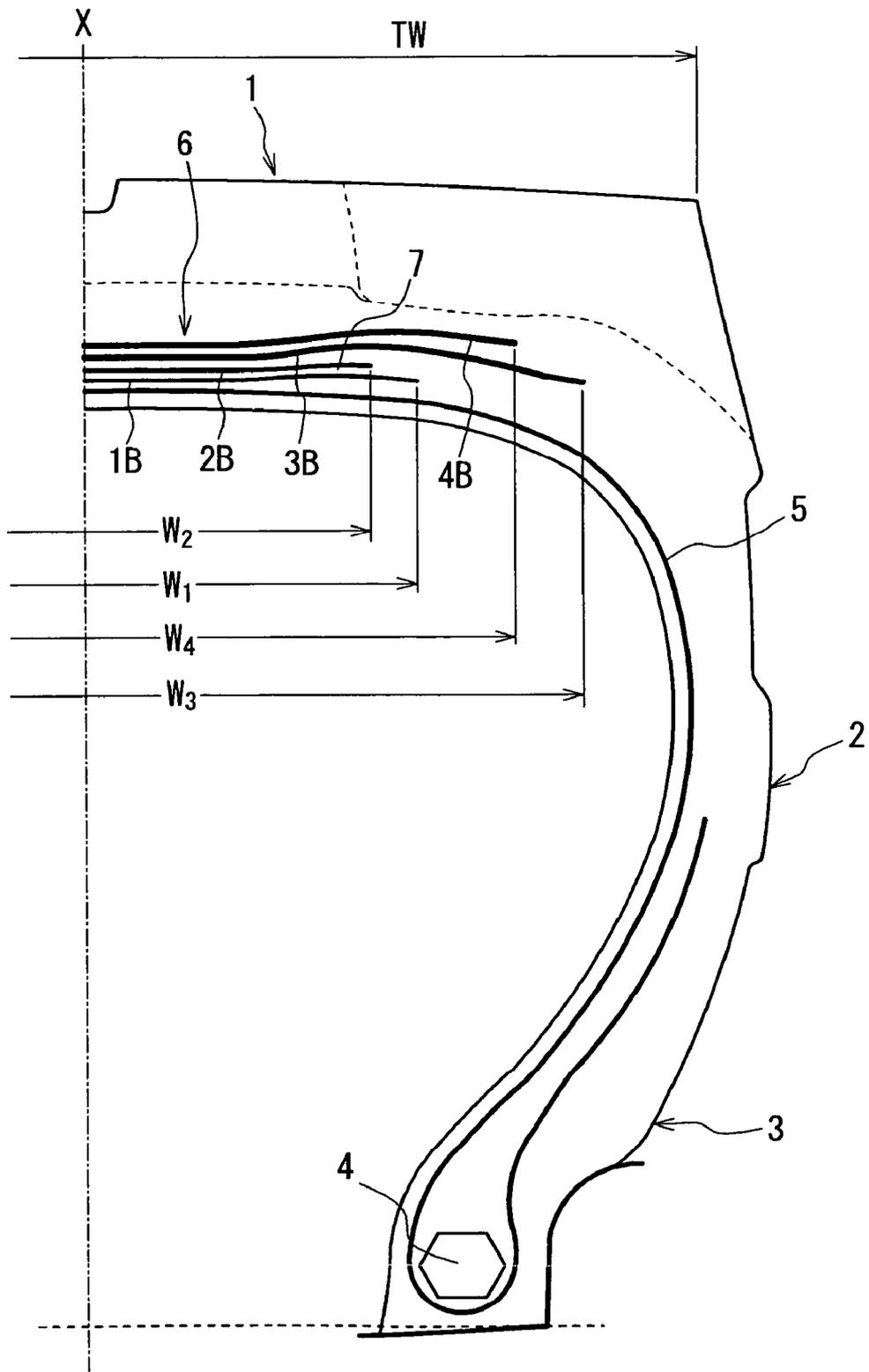


FIG. 3

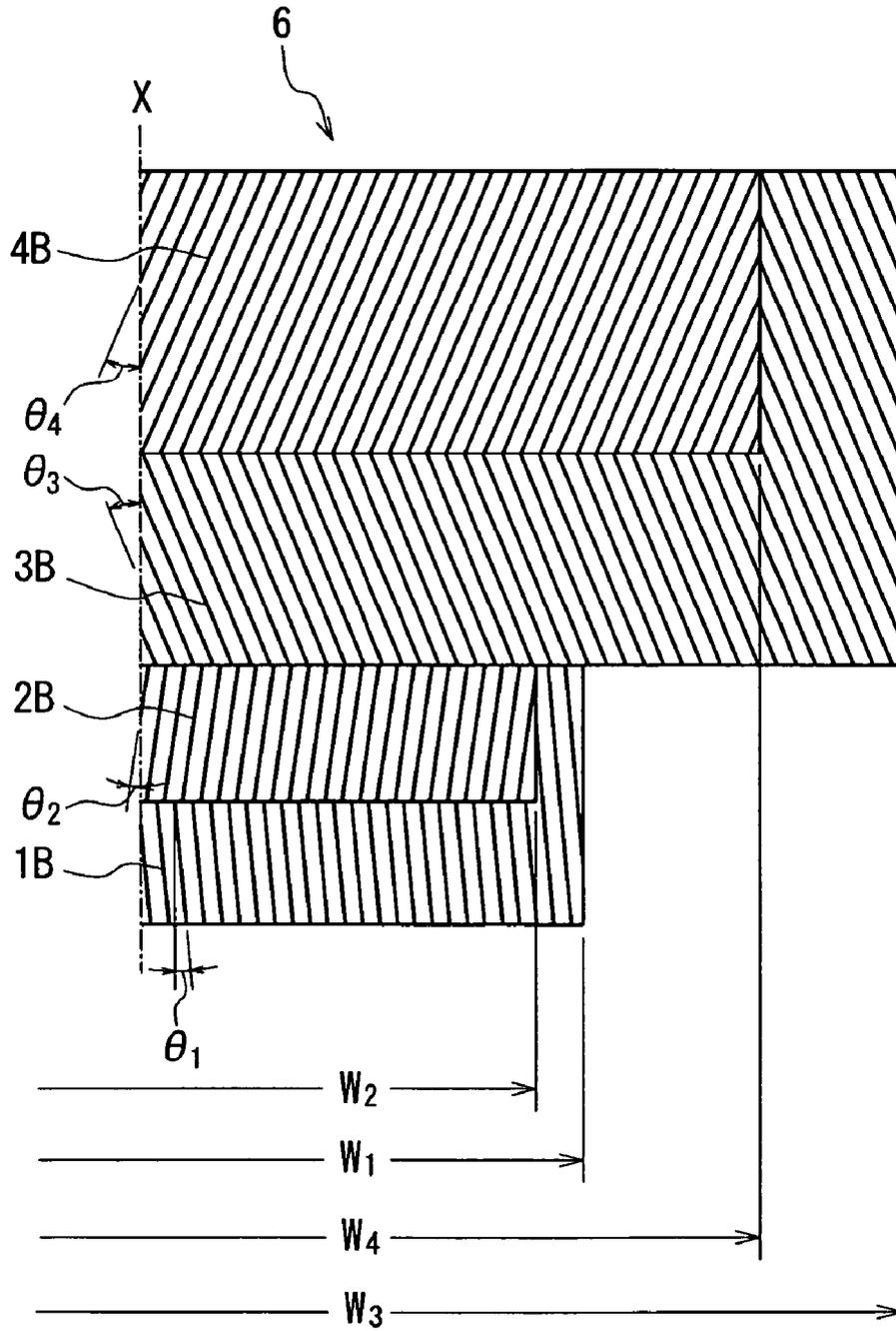


FIG. 4

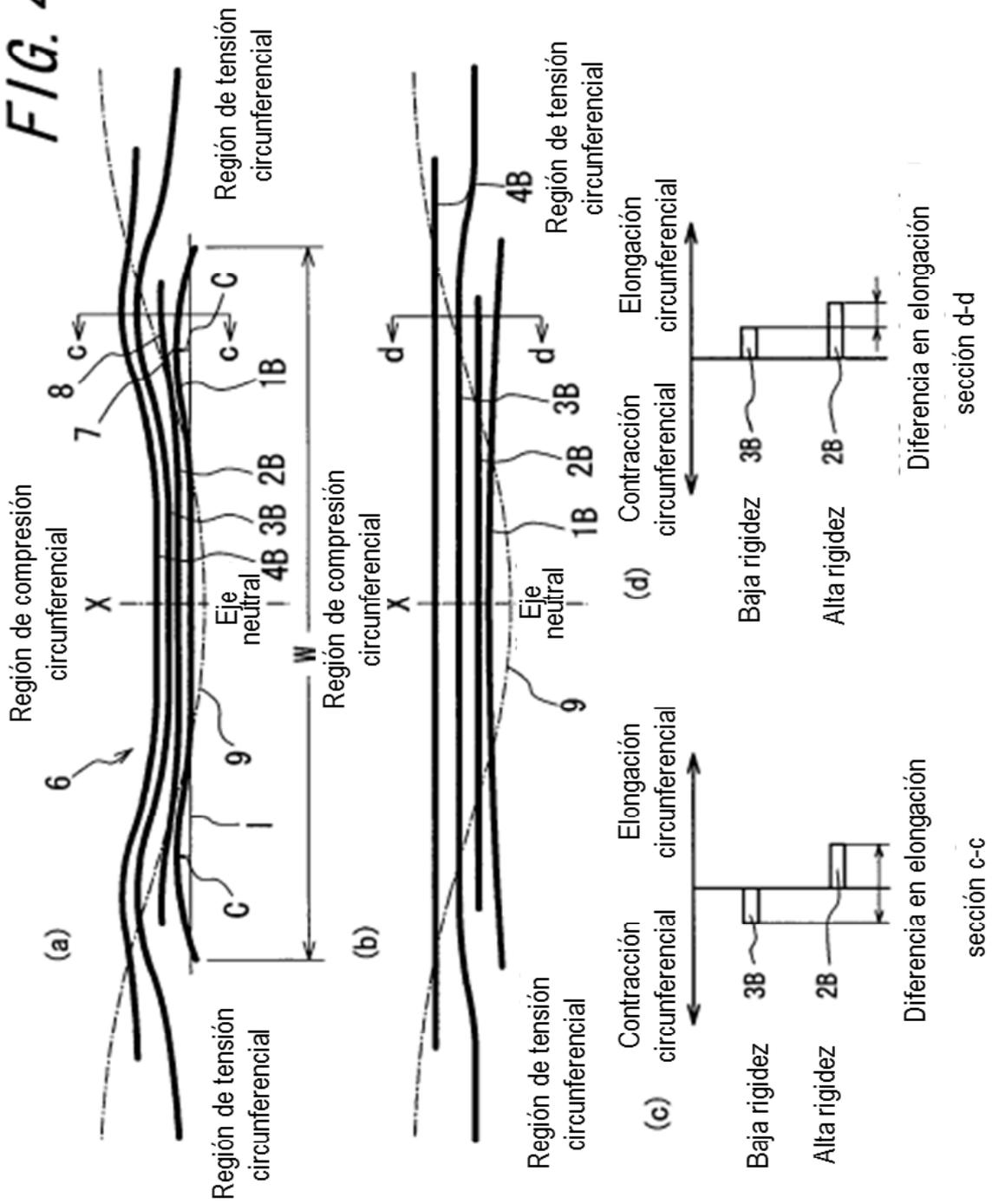


FIG. 5

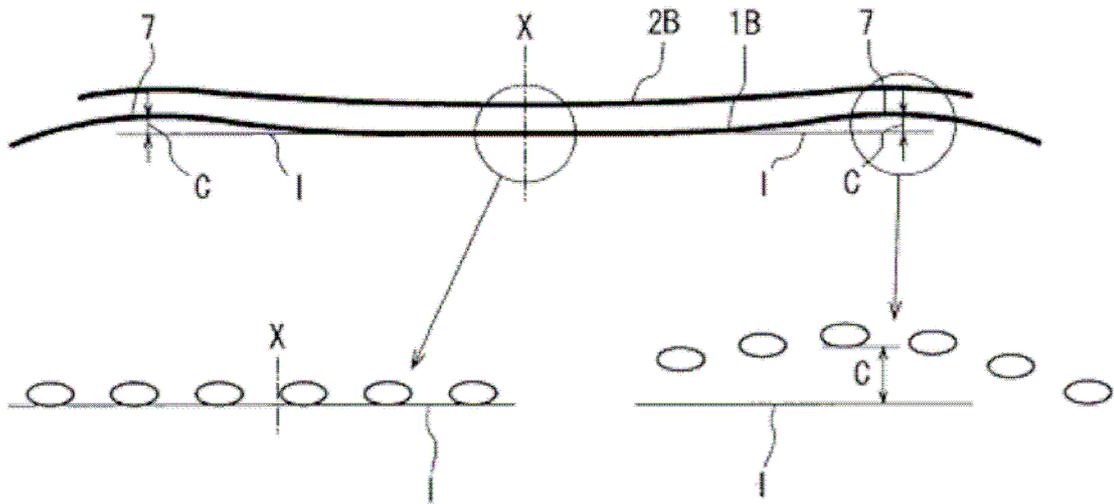


FIG. 6

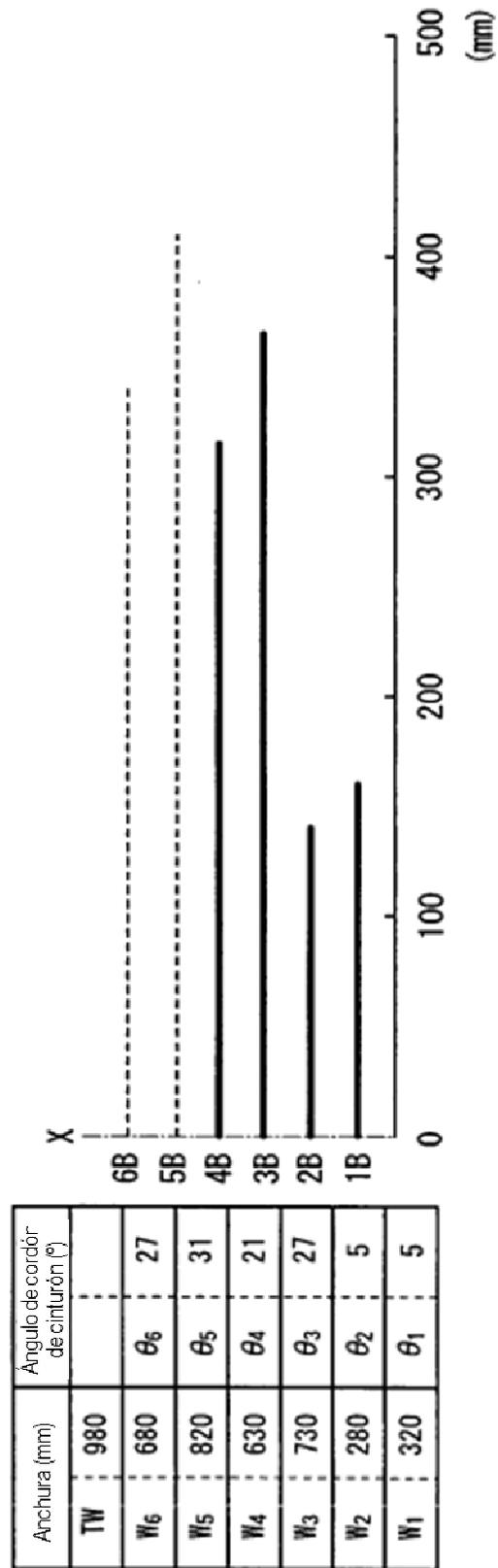


FIG. 7

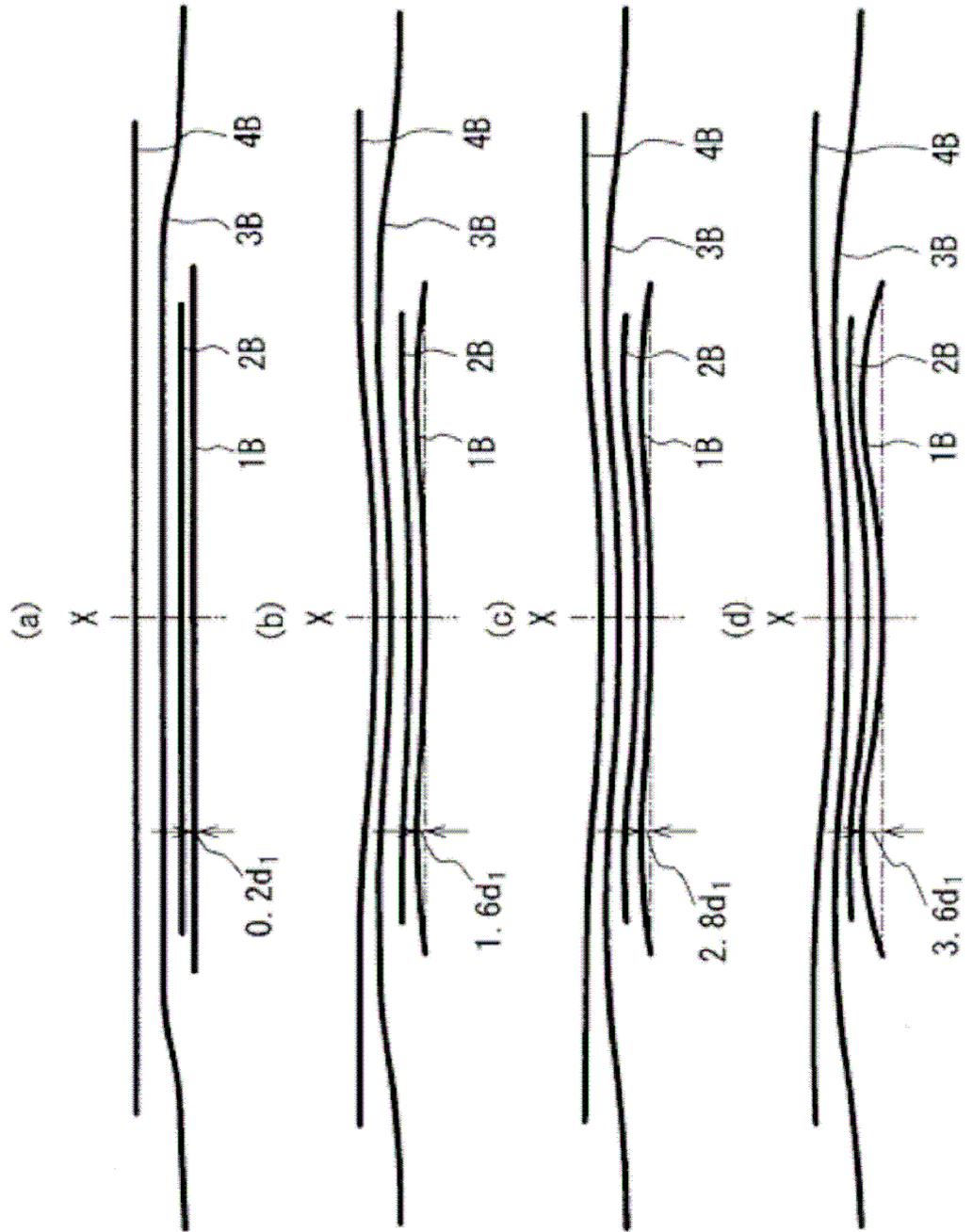


FIG. 8

	Neumático convencional	Neumático 1 de ejemplo	Neumático 2 de ejemplo	Neumático 3 de ejemplo	Neumático 4 de ejemplo
Altura máxima de proyección ($\times d_1$) (mm)	-1.0	0.2	1.6	2.8	3.6
	-2.5	0.5	0.4	7.0	9.0
CC23 (mm)	0	0	2	32	114
CC12 (mm)	0	0	0	14	62
C23 (mm)	50	48	40	28	14
C12 (mm)	56	53	45	32	16

Variación en la grieta debido a altura de proyección

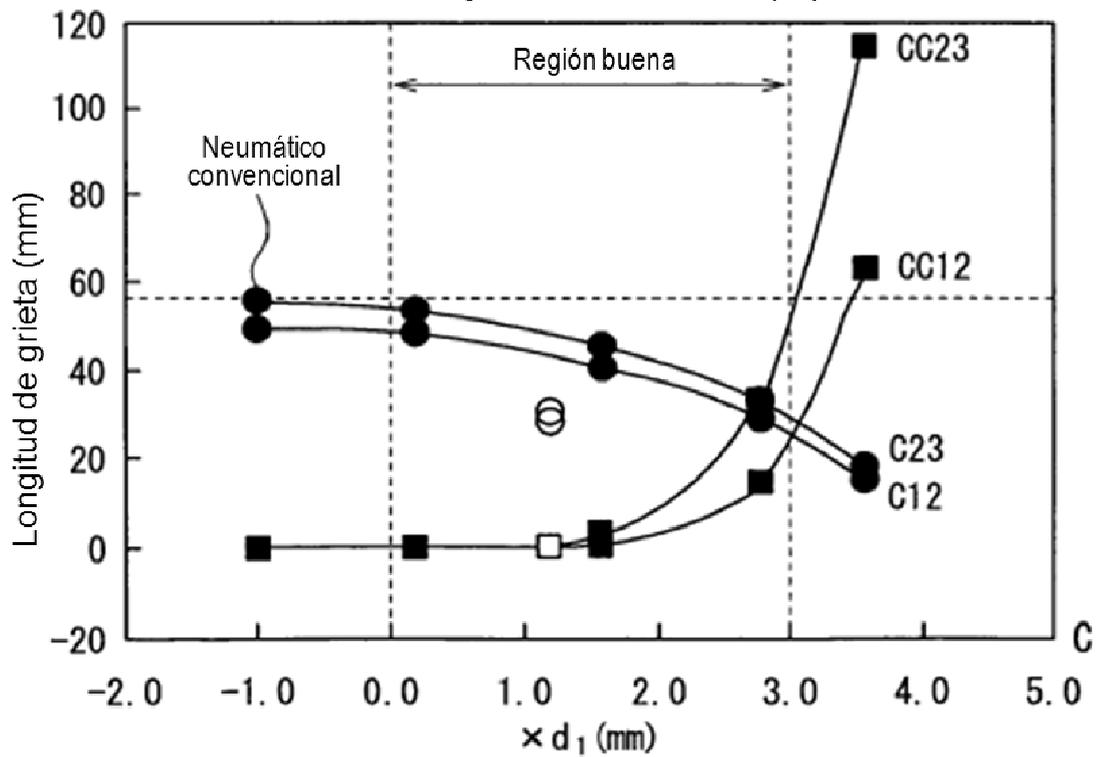


FIG. 9

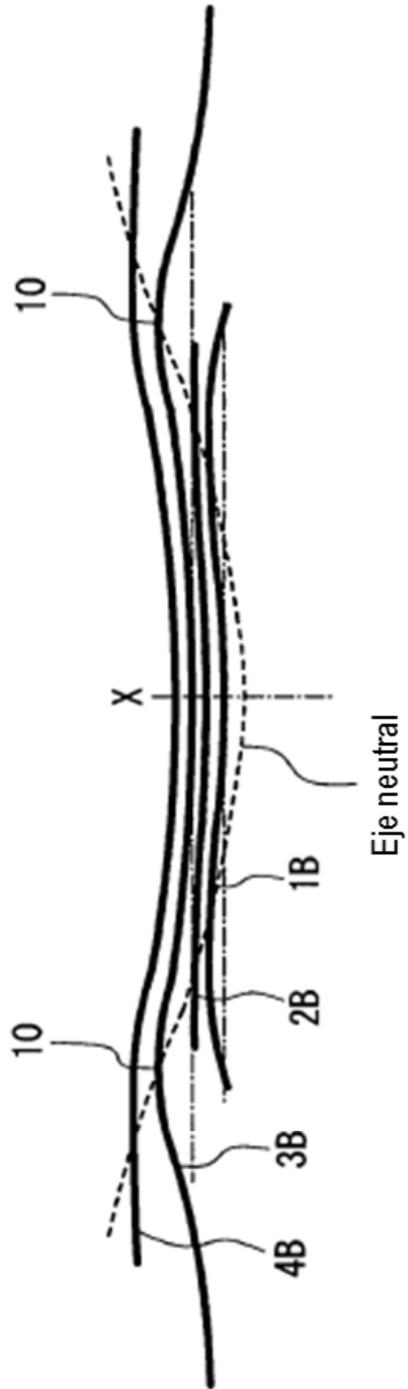


FIG. 10

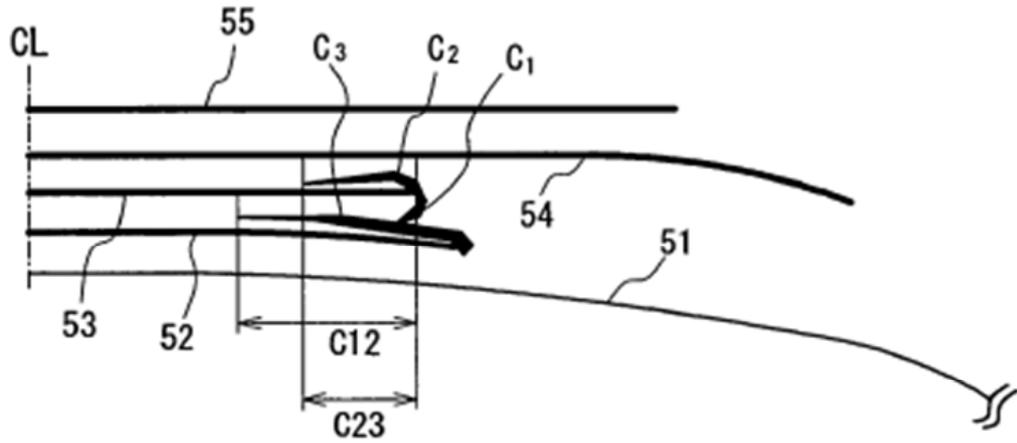


FIG. 11

