

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 861 527**

51 Int. Cl.:

D07B 1/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA MODIFICADA
TRAS OPOSICIÓN

T5

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **18.07.2014** **PCT/EP2014/065541**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.02.2015** **WO15014639**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **18.07.2014** **E 14741306 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea modificada tras oposición: **03.07.2024** **EP 3027805**

54 Título: **Cordón de acero de alto alargamiento y neumático que comprende dicho cordón**

30 Prioridad:

01.08.2013 CN 201310330114
01.08.2013 CN 201320465533 U

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente modificada:
03.02.2025

73 Titular/es:

NV BEKAERT SA (100.00%)
Bekaertstraat 2
8550 Zwevegem, BE

72 Inventor/es:

WANG, HE;
DESPIEGELAERE, ROEL y
ZHU, HONGZHEN

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 861 527 T5

DESCRIPCIÓN

Cordón de acero de alto alargamiento y neumático que comprende dicho cordón

5 Campo técnico

La invención se refiere a un cordón de acero y un neumático que comprende el cordón de acero.

Antecedentes de la técnica

10 Generalmente, se conoce el refuerzo de los productos de caucho con cordón de acero, especialmente para los neumáticos. El cordón de acero de "alto alargamiento", como cordón de acero, se usa generalmente para reforzar el cinturón de cero grados o la capa de protección de los neumáticos. Dicho cordón de acero de "alto alargamiento" se refiere a un cordón de acero con un alargamiento a la rotura no menor del 5 %. El alargamiento a la rotura (●) es el índice de la elasticidad del material. El alargamiento a la rotura es la relación porcentual entre el alargamiento total ●L y la longitud original L de la muestra. $\bullet = \bullet L / L \times 100 \%$. El alargamiento a la rotura comprende el alargamiento estructural del cordón de acero. Por ejemplo, cuando se estira un cordón de acero de alto alargamiento, la extensión del cordón de acero es, en primer lugar, el alargamiento estructural. Cuando el cordón de acero se estira adicionalmente, el cordón de acero se puede romper y dar como resultado el alargamiento a la rotura.

20 En el proceso de fabricación de neumáticos, especialmente la fabricación de neumáticos con cinturón de cero grados reforzado con cordón de acero de alto alargamiento, se requiere un cordón de acero de alto alargamiento con alto alargamiento estructural, de lo contrario, el cordón de acero puede no extenderse a la posición correcta durante el proceso de elevación de neumáticos. Por el momento, el cordón de acero de alto alargamiento de 3x7x0,20 mm comúnmente usado es el refuerzo para cinturones de cero grados de neumáticos. Esta estructura tiene un ángulo de torsión de hebra y un ángulo de torsión de cordón comparativamente grandes (20,37/20,84 grados) para lograr un alargamiento estructural y un alargamiento a la rotura comparativamente altos (2,25 %/7,17 %). Sin embargo, esta estructura se enfrenta el problema de la penetración de caucho, en donde el cordón de acero no se puede embeber correctamente en la matriz de caucho y, finalmente, se produce corrosión y limita la vida útil del neumático. Por lo tanto, existe la necesidad de buscar un cordón de acero de alto alargamiento con un alto alargamiento estructural y una penetración de caucho total.

35 Además, en el proceso de fabricación de neumáticos especiales, por ejemplo, el neumático supersencillo, el cinturón de cero grados del neumático supersencillo únicamente se refuerza mediante una capa de cordón de acero enrollado, lo que requiere un cordón de acero de alto alargamiento con un alargamiento estructural adicional para extenderse a la posición correcta en el proceso de elevación de neumáticos. El cordón de acero de alto alargamiento de 3x7x0,20 mm comúnmente usado con alargamiento estructural (2,25 %) no puede cumplir con este requisito. El aumento adicional del ángulo de torsión de hebra y el ángulo de torsión de cordón para lograr un alargamiento estructural adicional conducirá a un cordón frágil. Aunque el cordón puede soportar cierta carga, las otras propiedades mecánicas del cordón de acero, por ejemplo, la fatiga, la carga de rotura, son limitadas, lo que reduce la vida útil del cordón de acero. Por lo tanto, existe la necesidad de buscar un cordón de acero de alto alargamiento con un alto alargamiento estructural, por ejemplo, más del 3,0 % de alargamiento estructural, al tiempo que mantenga el ángulo de torsión de hebra y el ángulo de torsión de cordón pequeños.

45 El documento US-A1-20121/0011823 desvela un cordón de acero con un alto alargamiento a la rotura de al menos el 5 % y con una alta rigidez. El alto alargamiento a la rotura se obtiene dando una operación de prefomado a las hebras, de modo que las hebras del cordón se preforman helicoidalmente. La alta rigidez (módulo E) se obtiene dando una gran longitud de tendido al cordón de acero que sea no menor de 16 mm. El fin de la invención es proporcionar un cordón de acero con un alto alargamiento y una alta rigidez.

50 Divulgación de la invención

El objeto principal de la invención es proporcionar un cordón de acero de alto alargamiento con un alto alargamiento estructural y una penetración de caucho total.

55 El otro objeto de la invención es proporcionar un neumático que comprenda ese cordón de acero de alto alargamiento con un alto alargamiento estructural y una penetración de caucho total.

60 De acuerdo con un aspecto de la invención, el cordón de acero abierto comprende una pluralidad de hebras, todas torcidas entre sí con un paso de torsión de cordón. Cada hebra comprende una pluralidad de filamentos torcidos entre sí con un paso de torsión de hebra. Hay huecos presentes entre los filamentos y entre las hebras. El alargamiento a la rotura del cordón de acero es no menor del 5 %. La hebra comprende un ángulo de torsión de hebra. El cordón de acero comprende un ángulo de torsión de cordón. No es de acuerdo con la invención cuando la suma del ángulo de torsión de hebra y el ángulo de torsión de cordón se encuentra entre 20 y 29 grados, el alargamiento estructural del cordón de acero es no menor del 2,0 %. Cuando la suma del ángulo de torsión de hebra y el ángulo de torsión de cordón se encuentra entre 30 y 38 grados, el alargamiento estructural del cordón de acero es no menor del 2,5 %.

Cuando la suma del ángulo de torsión de hebra y el ángulo de torsión de cordón se encuentra entre 39 y 48 grados, el alargamiento estructural del cordón de acero es no menor del 3,0 %. Todos los filamentos del cordón tienen el mismo diámetro. El cordón de acero tiene una penetración de caucho total.

- 5 Preferentemente, el alargamiento estructural del cordón de acero es del 4,0 %.

La fórmula para calcular el ángulo de torsión de hebra y el ángulo de torsión de cordón es

$$\alpha = \arctan \frac{\pi d}{Ls * \sin \frac{180^\circ}{n}}$$

- 10 en donde α es el ángulo de torsión de hebra, d el diámetro del filamento, Ls el paso de torsión de hebra, n el número de filamentos en la hebra.

□

$$\beta = \arctan \frac{\pi d (1 + \sin \frac{180^\circ}{n})}{Lc * \sin \frac{180^\circ}{m} * \sin \frac{180^\circ}{n}}$$

- 15 en donde β es el ángulo de torsión de cordón, d el diámetro del filamento, Lc el paso de torsión de cordón, m el número de hebras en el cordón, n el número de filamentos en la hebra.

- 20 Por el momento, el cordón de acero de alto alargamiento comúnmente usado se puede fabricar de acuerdo con los siguientes enfoques, aumentando el paso de torsión del cordón de acero, o aumentando el diámetro del filamento o aumentando el número de hebras. En definitiva, de acuerdo con la fórmula anterior, el aumento del ángulo de torsión del cordón de acero puede proporcionar un cordón de acero de alto alargamiento. Sin embargo, el ángulo de torsión del cordón de acero no se puede aumentar de manera ilimitada y existen límites para aumentar el ángulo de torsión del cordón de acero. El aumento adicional del ángulo de torsión de hebra y el ángulo de torsión de cordón, finalmente, dará como resultado un cordón frágil. Aunque el cordón puede soportar cierta carga, las otras propiedades mecánicas del cordón de acero, por ejemplo, la fatiga, la carga de rotura, son limitadas, lo que reduce la vida útil del cordón de acero.

- 30 El Ejemplo 1 del documento US-A1-201210267025 y el cordón de acero 30 de la Tabla 1 en el documento US-A1-2012/0011823 son ejemplos de cordones de acero abiertos con valores altos de la suma del ángulo de torsión de hebra con el ángulo de torsión de cordón.

- 35 A diferencia de la técnica anterior, la presente invención proporciona otro enfoque para lograr un cordón de acero de alto alargamiento. La estructura del cordón de acero es más abierta, los huecos entre los filamentos y las hebras son mayores y el alargamiento a la rotura y el alargamiento estructural son más altos (con el mismo ángulo de torsión). Debido a que los huecos son más grandes, se mejora la penetración de caucho, para cumplir con el requisito de penetración de caucho.

- 40 De acuerdo con la presente invención, el número de hebras puede ser preferentemente entre 2 y 7 y el número de filamentos en la hebra puede ser preferentemente entre 2 y 9.

- 45 Además, la hebra se puede formar mediante el filamento de acero en una estructura de una capa individual, es decir, la estructura nx1, o una estructura de capa doble. Por ejemplo, la hebra es una estructura de capa doble, es decir, la estructura (m)+n, en donde (m) filamentos forman el núcleo y n filamentos forman la capa que rodea al núcleo. El filamento en el núcleo puede ser paralelo sin torsión (es decir, un paso de torsión mayor de 300 mm), por ejemplo, una estructura de hebra (2)+2. Dicho paso de torsión significa la distancia axial requerida para hacer una revolución de 360 grados del filamento de acero alrededor del eje de la hebra o de la hebra alrededor del eje del cordón.

- 50 Dado que el cordón de acero de acuerdo con la presente invención se usa para neumáticos, el diámetro del filamento del cordón de acero puede ser cualquier parámetro conocido por el personal técnico en este campo. Preferentemente, el diámetro de filamento puede variar entre 0,10 mm y 0,60 mm, por ejemplo, 0,14 mm, 0,26 mm y 0,38 mm.

- 55 De acuerdo con la presente invención, el filamento de metal es un filamento de acero. La composición de acero puede contener un contenido de carbono mínimo del 0,65 % y una pequeña cantidad de manganeso, silicio, azufre, fósforo y así sucesivamente. Por ejemplo, comprende el 0,70 % de carbono, el 0,50 % de manganeso, el 0,202 % de silicio, el 0,013 % de azufre y el 0,085 % de fósforo, siendo todos los porcentajes porcentajes en peso. Específicamente, el filamento de acero con alto contenido de carbono puede tener un contenido de carbono de aproximadamente el 0,80 %, por ejemplo, el 0,78-1,02 % de carbono, el 0,30 %-1,10 % de manganeso, el 0,15 %-1,30 % de silicio, menos del 0,15 % de azufre y menos del 0,02 % de fósforo, siendo todos los porcentajes porcentajes en peso. Además, la composición de acero puede contener otros ingredientes de aleaciones de metal, por ejemplo, el 0,20 %-0,40 % de cromo, el 0,20 % de cobre y el 0,30 % de vanadio, siendo todos los porcentajes porcentajes en peso.

- 60 De acuerdo con la presente invención, el filamento de metal puede estar recubierto y preferentemente con

recubrimiento de zinc o recubrimiento de latón. El espesor del recubrimiento puede ser cualquier parámetro conocido por el personal técnico en este campo, por ejemplo, el recubrimiento de latón con un espesor de 0,2 micrómetros.

De acuerdo con una de las mejores realizaciones de la presente invención, el cordón de acero consiste en tres hebras, cada hebra comprende cuatro filamentos de acero, el diámetro del filamento es de 0,24 mm, el ángulo de torsión de hebra es de 13,62 grados, el ángulo de torsión de cordón es de 14,72 grados, la suma de los dos ángulos de torsión es de 28,34 grados, el alargamiento estructural del cordón de acero es del 2,42 % y el alargamiento a la rotura del cordón de acero es del 6,19 %.

De acuerdo con una de las mejores realizaciones de la presente invención, el cordón de acero consiste en tres hebras, cada hebra comprende cuatro filamentos de acero, el diámetro del filamento es de 0,26 mm, el ángulo de torsión de hebra es de 14,71 grados, el ángulo de torsión de cordón es de 15,89 grados, la suma de los dos ángulos de torsión es de 30,6 grados, el alargamiento estructural del cordón de acero es del 2,99 % y el alargamiento a la rotura del cordón de acero es del 7,14 %.

De acuerdo con una de las mejores realizaciones de la presente invención, el cordón de acero consiste en tres hebras, cada hebra comprende cuatro filamentos de acero, el diámetro del filamento es de 0,26 mm, el ángulo de torsión de hebra es de 16,11 grados, el ángulo de torsión de cordón es de 15,89 grados, la suma de los dos ángulos de torsión es de 32 grados, el alargamiento estructural del cordón de acero es del 3,28 % y el alargamiento a la rotura del cordón de acero es del 7,92 %.

El cordón de acero tiene un alargamiento estructural adicional, que es adecuado para reforzar el cinturón de cero grados para el neumático supersencillo con una capa de cordón de acero enrollado. Por el contrario, la técnica anterior aumenta los ángulos de torsión del cordón de acero para proporcionar un alargamiento estructural adicional a un cordón de acero, por ejemplo, un alargamiento estructural mayor del 3 %. Sin embargo, el ángulo de torsión del cordón de acero no se puede aumentar de manera ilimitada y existen límites para aumentar el ángulo de torsión del cordón de acero. El aumento adicional del ángulo de torsión de hebra y el ángulo de torsión de cordón, finalmente, dará como resultado un cordón frágil. Aunque el cordón puede soportar cierta carga, las otras propiedades mecánicas del cordón de acero, por ejemplo, la fatiga, la carga de rotura, se pueden deteriorar.

De acuerdo con una de las mejores realizaciones de la presente invención, el cordón de acero consiste en cuatro hebras, cada hebra comprende cuatro filamentos de acero, el diámetro del filamento es de 0,22 mm, el ángulo de torsión de hebra es de 12,52 grados, el ángulo de torsión de cordón es de 16,43 grados, la suma de los dos ángulos de torsión es de 28,95 grados, el alargamiento estructural del cordón de acero es del 2,97 % y el alargamiento a la rotura del cordón de acero es del 6,69 %.

De acuerdo con el otro aspecto de la presente invención, un neumático comprende una carcasa, un cinturón, un cinturón de cero grados y una corona. El cinturón de cero grados comprende un cordón de acero y una matriz de caucho donde se embebe el cordón de acero. El cordón de acero comprende una pluralidad de hebras torcidas entre sí con un paso de torsión de cordón. Cada hebra comprende una pluralidad de filamentos torcidos entre sí con un paso de torsión de hebra. El alargamiento a la rotura del cordón de acero es no menor del 5 %. La hebra comprende un ángulo de torsión de hebra. El cordón de acero comprende un ángulo de torsión de cordón. Cuando la suma del ángulo de torsión de hebra y el ángulo de torsión de cordón se encuentra entre 20 y 29 grados, el alargamiento estructural del cordón de acero es no menor del 2,0 %. Cuando la suma del ángulo de torsión de hebra y el ángulo de torsión de cordón se encuentra entre 30 y 38 grados, el alargamiento estructural del cordón de acero es no menor del 2,5 %. No es de acuerdo con la invención cuando la suma del ángulo de torsión de hebra y el ángulo de torsión de cordón se encuentra entre 39 y 48 grados, el alargamiento estructural del cordón de acero es no menor del 3,0 %. Preferentemente, el alargamiento estructural del cordón de acero es del 4,0 %.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, un neumático comprende una carcasa, un cinturón y una corona. El cinturón comprende una capa de transición, una capa de trabajo y una capa de protección. La capa de protección comprende un cordón de acero y una matriz de caucho donde se embebe el cordón de acero. El cordón de acero comprende una pluralidad de hebras torcidas entre sí con un paso de torsión de cordón. Cada hebra comprende una pluralidad de filamentos torcidos entre sí con un paso de torsión de hebra. El alargamiento a la rotura del cordón de acero es no menor del 5 %. La hebra comprende un ángulo de torsión de hebra. El cordón de acero comprende un ángulo de torsión de cordón. Cuando la suma del ángulo de torsión de hebra y el ángulo de torsión de cordón se encuentra entre 20 y 29 grados, el alargamiento estructural del cordón de acero es no menor del 2,0 %. Cuando la suma del ángulo de torsión de hebra y el ángulo de torsión de cordón se encuentra entre 30 y 38 grados, el alargamiento estructural del cordón de acero es no menor del 2,5 %. No es de acuerdo con la invención cuando la suma del ángulo de torsión de hebra y el ángulo de torsión de cordón se encuentra entre 39 y 48 grados, el alargamiento estructural del cordón de acero es no menor del 3,0 %. Preferentemente, el alargamiento estructural del cordón de acero es del 4,0 %.

Tal como se ha desvelado anteriormente, el "paso de torsión" significa la distancia axial requerida para hacer una revolución de 360 grados del filamento de acero alrededor del eje de la hebra o de la hebra alrededor del eje del cordón.

Breve descripción de las figuras en los dibujos

La Figura 1 ilustra esquemáticamente el método para determinar el alargamiento estructural y el alargamiento a la rotura del cordón de acero que incorpora la presente invención.

La Figura 2 ilustra esquemáticamente la vista en sección transversal de un cordón de acero de 3x4 que incorpora la presente invención.

La Figura 3 es la vista frontal de una pluralidad de cordones de acero en paralelo que incorpora la presente invención.

La Figura 4a ilustra esquemáticamente el proceso de fabricación de un cordón de acero de acuerdo con las técnicas anteriores.

La Figura 4b ilustra esquemáticamente el proceso de fabricación de un cordón de acero que incorpora la presente invención.

La Figura 5 ilustra esquemáticamente la vista en sección transversal de un cordón de acero de 4x4 que incorpora la presente invención.

La Figura 6a es la vista en sección transversal de un cordón de acero de 3x4 que incorpora la presente invención con penetración de caucho.

La Figura 6b es la vista en sección transversal de un cordón de acero de 3x4 de acuerdo con las técnicas anteriores con penetración de caucho.

Modo/s de llevar a cabo la invención

La Figura 1 ilustra esquemáticamente el método para determinar el alargamiento estructural y el alargamiento a la rotura del cordón de acero que incorpora la presente invención. En la Figura 1, la curva 110 es la curva de tracción-alargamiento del cordón de acero. Tal como se muestra en la curva 110, el cordón de acero pasa, en primer lugar, por la fase de alargamiento estructural y, a continuación, entra en la fase de deformación elástica. 120 es la línea del módulo de elasticidad, es decir, la línea 120 conecta dos puntos c, d en la fase elástica en la curva 110. El punto de intersección entre la línea 120 y el eje de abscisas es $\bullet 1$. 130 es la línea de la regresión de alargamiento estructural, es decir, la línea 130 conecta dos puntos a, b en la fase de alargamiento estructural en la curva 110. El punto de intersección entre la línea 130 y el eje de abscisas es $\bullet 0$. La suma de $|\bullet 1|$ y $|\bullet 0|$ es el alargamiento estructural del cordón de acero. El punto de rotura e, el punto final de la curva 110, del cordón de acero, tiene un punto de proyección ortográfica $\bullet 2$ en el eje de abscisas, mientras que $|\bullet 2|$ es el alargamiento a la rotura del cordón de acero.

La Figura 2 ilustra esquemáticamente la vista en sección transversal de un cordón de acero de 3x4 que incorpora la presente invención. La Figura 3 es la vista frontal de una pluralidad de cordones de acero en paralelo que incorpora la presente invención. Tal como se muestra en la Figura 2, el cordón de acero 200 es una estructura de 3x4. El cordón de acero comprende tres hebras 205 torcidas entre sí y cada hebra 250 comprende cuatro filamentos 210 de acero torcidos entre sí. El diámetro del filamento de acero es de 0,24 mm. El ángulo de torsión de hebra es de 13,62 grados y el ángulo de torsión de cordón es de 14,72 grados. La suma de los dos ángulos de torsión es de 28,34 grados.

El cordón de acero 200' de la técnica anterior se puede fabricar de acuerdo con la siguiente etapa. En primer lugar, los cuatro filamentos 210 de acero se tuercen entre sí para formar la hebra 205 y, a continuación, las tres hebras 205 se tuercen entre sí de acuerdo con la etapa que se muestra en la Figura 4a para formar el cordón de acero 200' de la técnica anterior, en donde el paso de torsión es de 8 mm, es decir, 125 torsiones en un metro de longitud. En la primera realización de la presente invención, las hebras 205 de acero se tuercen entre sí de acuerdo con las dos etapas que se muestran en la Figura 4b. La primera etapa consiste en torcer las tres hebras 205 de acero entre sí con el paso de torsión de 5,33 mm, es decir, 187,5 torsiones en un metro de longitud. La segunda etapa consiste en dar una torsión inversa en la estación de recogida para aumentar el paso de torsión a 8 mm, es decir, una torsión inversa de 62,5 vueltas en un metro de longitud para lograr la torsión final de 125 vueltas en un metro de longitud. El cordón de acero 200 que incorpora la presente invención tiene un ángulo de torsión de hebra de 13,62 grados, un ángulo de torsión de cordón de 14,72 grados y la suma de los dos ángulos de torsión es de 28,34 grados (tal como se muestra en la Figura 2).

La Figura 5 ilustra esquemáticamente la vista en sección transversal de un cordón de acero de 4x4 de la segunda realización. El cordón de acero 500 es una estructura de 4x4. El cordón de acero comprende cuatro hebras 510 de acero torcidas entre sí y cada hebra 510 de acero comprende cuatro filamentos 505 de acero torcidos entre sí. El diámetro del filamento 505 es de 0,26 mm. El ángulo de torsión de hebra es de 14,71 grados, el ángulo de torsión de cordón es de 15,89 grados y la suma de los dos ángulos de torsión es de 30,6 grados.

A continuación, la Tabla 1 muestra el ensayo de comparación entre las realizaciones y las técnicas anteriores.

	3x4 (técnica anterior)	3x4 (invención)	4x4 (técnica anterior)	4x4 (invención)
Paso de torsión de hebra/cordón (mm)	4,4/8	4,4/8	4,4/8	4,4/8

(continuación)

	3x4 (técnica anterior)	3x4 (invención)	4x4 (técnica anterior)	4x4 (invención)
Ángulo de torsión de hebra (grados)	13,62	13,62	12,52	12,52
Ángulo de torsión de cordón (grados)	14,72	14,72	16,43	16,43
Alargamiento a la rotura (%)	4,45	6,19	4,78	6,69
Alargamiento estructural (%)	1,35	2,42	1,38	2,97
Caída de presión del aire (%)	70	0	55	0

Tal como se muestra en la Tabla 1, con el mismo ángulo de torsión de hebra y el mismo ángulo de torsión de cordón, el cordón de acero que incorpora la presente invención tiene un alargamiento estructural y un alargamiento a la rotura más altos en comparación con las técnicas anteriores, lo que puede evitar el problema de separación del cinturón en el proceso de fabricación de neumáticos. Además, también se mejora la penetración de caucho. Cuanto menor sea la caída de presión del aire, mejor será la penetración de caucho. Una caída de presión del aire del 0 % significa una penetración de caucho total. El método de ensayo para la caída de presión del aire se desvela en el documento CN102666972A. Tal como se muestra en la Figura 6a y 6b, el cordón de acero 200 de la presente invención logra una penetración de caucho total, mientras que el cordón de acero 200' de la técnica anterior tiene una penetración de caucho limitada, en donde se puede producir corrosión en el interior de la hebra. El cordón de acero de la presente invención tiene una estructura abierta para permitir la penetración de caucho total no solo entre las hebras, sino también en el interior de las hebras, para evitar la corrosión en los filamentos, lo que mejoró adicionalmente la vida útil del cordón de acero para el refuerzo de neumáticos, especialmente para el refuerzo del cinturón de cero grados de los neumáticos.

Además, un cordón de acero de 3x4x0,24 de la técnica anterior puede tener la misma estructura de cordón de acero y un alargamiento estructural comparable al de la presente invención, pero las propiedades mecánicas son diferentes, tal como se muestra en la siguiente Tabla 2.

		Presente invención	Técnica anterior
Paso de torsión/mm	hebra	4,4	3
	cordón	8	6
Ángulo de torsión/grados	hebra	13,62	19,57
	cordón	14,72	19,31
		Presente invención	Técnica anterior
Carga de rotura/N		1.508	1.351
% de alargamiento estructural		2,42	2,35
% de alargamiento a la rotura		6,19	7,57
% de caída de presión del aire		0	90
Densidad lineal		4,67	4,89
% en peso de la capa de cinturón (misma resistencia)		100	107
% de coste de la capa de cinturón (misma resistencia)		100	106

La Tabla 2 muestra que el cordón de acero de la técnica anterior puede lograr un alargamiento estructural similar, pero el cordón de acero de la técnica anterior requiere un gran ángulo de torsión de hebra y ángulo de torsión de cordón, lo que reduce la carga de rotura del cordón de acero. Aunque el cordón de acero de la presente invención tiene un ángulo de torsión de hebra y un ángulo de torsión de cordón más pequeños con una densidad lineal más baja para proporcionar una capa de cinturón más ligera con un coste bajo, el neumático reforzado mediante el cordón de acero de la presente invención no solo requiere menos material, sino que también aporta una menor resistencia a la rodadura.

Como tercera realización de la presente invención, el cordón de acero de 5x2 consiste en 5 hebras y cada hebra

ES 2 861 527 T5

comprende 2 filamentos de acero. El diámetro del filamento es de 0,26 mm. El ángulo de torsión de hebra es de 10,52 grados, el ángulo de torsión de cordón es de 19,16 grados y la suma de los dos ángulos de torsión es de 29,68 grados. El alargamiento a la rotura del cordón de acero es del 6,27 % y el alargamiento estructural del cordón de acero es del 2,78 %.

REIVINDICACIONES

1. Un cordón de acero abierto (200), que comprende una pluralidad de hebras (205), todas torcidas entre sí con un paso de torsión de cordón, comprendiendo cada hebra (205) una pluralidad de filamentos (210) torcidos entre sí con un paso de torsión de hebra, el alargamiento a la rotura de dicho cordón de acero (200) es mayor del o igual al 5 %, comprendiendo dicha hebra (205) un ángulo de torsión de hebra α , comprendiendo dicho cordón de acero (200) un ángulo de torsión de cordón β , teniendo todos los filamentos (210) de dicho cordón de acero (200) el mismo diámetro, estando dicho ángulo de torsión de hebra α determinado mediante la fórmula:

$$\alpha = \arctan \frac{\pi d}{Ls * \sin \frac{180^\circ}{n}}$$

estando dicho ángulo de torsión de cordón β determinado mediante la fórmula:

$$\beta = \arctan \frac{\pi d(1 + \sin \frac{180^\circ}{n})}{Lc * \sin \frac{180^\circ}{m} * \sin \frac{180^\circ}{n}}$$

siendo d el diámetro del filamento, siendo Ls el paso de torsión de hebra, siendo Lc el paso de torsión de cordón, siendo n el número de filamentos en la hebra, siendo m el número de hebras en el cordón, caracterizado por que dicho cordón de acero (200) comprende huecos entre los filamentos (210) y huecos entre las hebras (205), la suma de dicho ángulo de torsión de hebra α y dicho ángulo de torsión de cordón β se encuentra entre 20 y 29 grados, el alargamiento estructural de dicho cordón de acero (200) es mayor del o igual al 2,0 % y dicho cordón de acero tiene una penetración de caucho total.

2. Un cordón de acero abierto (200), que comprende una pluralidad de hebras (205), todas torcidas entre sí con un paso de torsión de cordón, comprendiendo cada hebra (205) una pluralidad de filamentos (210) torcidos entre sí con un paso de torsión de hebra, el alargamiento a la rotura de dicho cordón de acero (200) es mayor del o igual al 5 %, comprendiendo dicha hebra (205) un ángulo de torsión de hebra α , comprendiendo dicho cordón de acero (200) un ángulo de torsión de cordón β , teniendo todos los filamentos (210) de dicho cordón de acero (200) el mismo diámetro, estando dicho ángulo de torsión de hebra α determinado mediante la fórmula:

$$\alpha = \arctan \frac{\pi d}{Ls * \sin \frac{180^\circ}{n}}$$

estando dicho ángulo de torsión de cordón β determinado mediante la fórmula:

$$\beta = \arctan \frac{\pi d(1 + \sin \frac{180^\circ}{n})}{Lc * \sin \frac{180^\circ}{m} * \sin \frac{180^\circ}{n}}$$

siendo d el diámetro del filamento, siendo Ls el paso de torsión de hebra, siendo Lc el paso de torsión de cordón, siendo n el número de filamentos en la hebra, siendo m el número de hebras en el cordón, caracterizado por que dicho cordón de acero (200) comprende huecos entre los filamentos (210) y huecos entre las hebras (205), la suma de dicho ángulo de torsión de hebra α y dicho ángulo de torsión de cordón β se encuentra entre 30 y 38 grados, el alargamiento estructural de dicho cordón de acero (200) es mayor del o igual al 2,5 % y dicho cordón de acero tiene una penetración de caucho total.

3. Un cordón de acero abierto (200) de acuerdo con la reivindicación 1 ó 2 caracterizado por que el alargamiento estructural de dicho cordón de acero (200) es igual al 4,0 %.

4. Un cordón de acero (200) de acuerdo con la reivindicación 3, caracterizado por que número de dichas hebras (205) es entre 2 y 7 y el número de dichos filamentos (210) es entre 2 y 9.

5. Un cordón de acero (200) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado por que el diámetro del dicho filamento (210) en la hebra (205) es entre 0,10 mm y 0,60 mm.

6. Un cordón de acero (200) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado por que los filamentos (210) en la hebra (205) están contruidos en una estructura de capa individual o de capa doble.

7. Un neumático, que comprende una carcasa, un cinturón, un cinturón de cero grados y una corona, caracterizado por que dicho cinturón de cero grados comprende un cordón de acero (200) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 y la matriz de caucho donde está embebido el cordón de acero (200).

8. Un neumático, que comprende una carcasa, un cinturón y una corona, comprendiendo dicho cinturón una capa de transición, una capa de trabajo y una capa de protección, caracterizado por que dicha capa de protección comprende un cordón de acero (200) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 y la matriz de caucho donde

está embebido el cordón de acero (200).

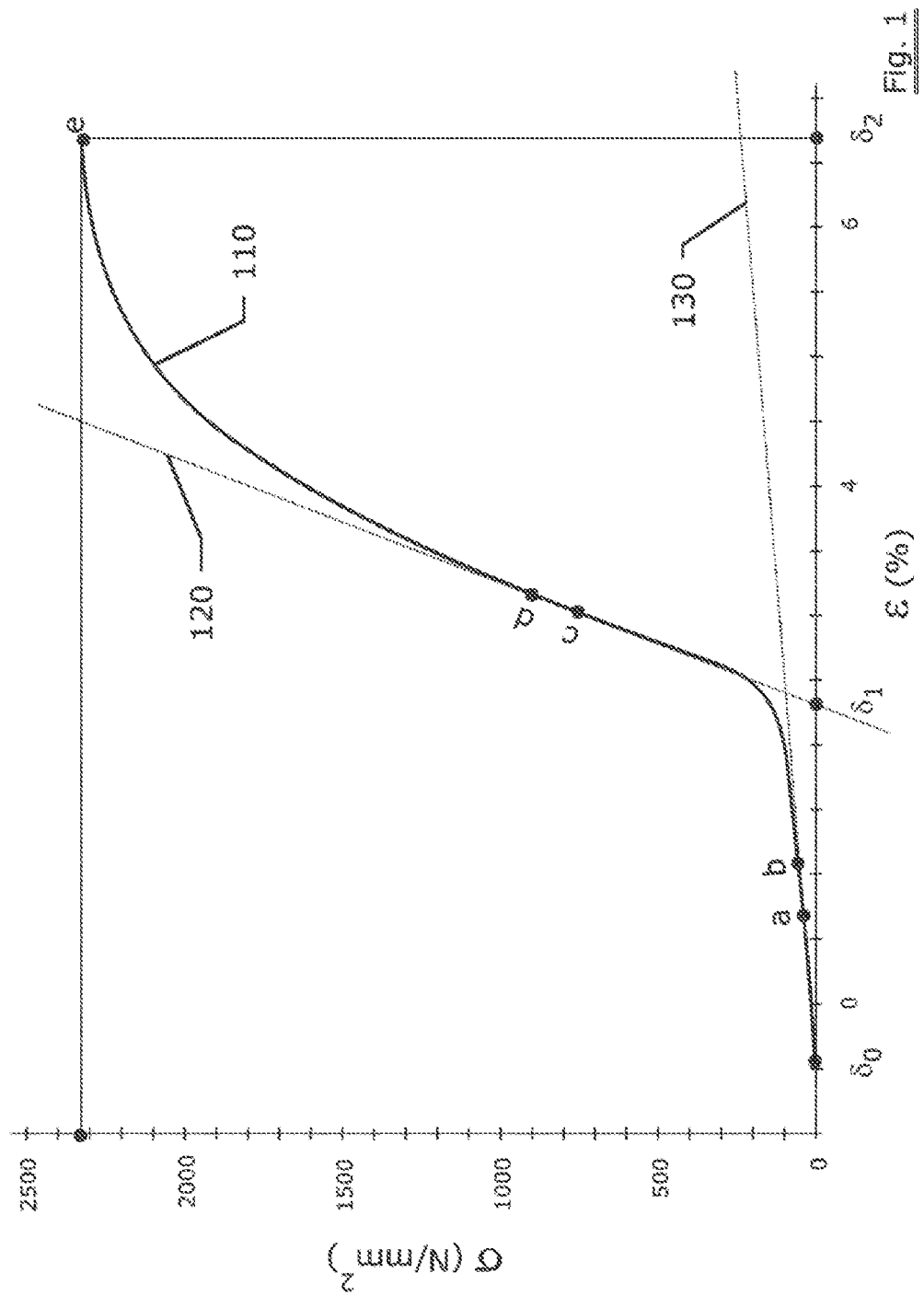


Fig. 1

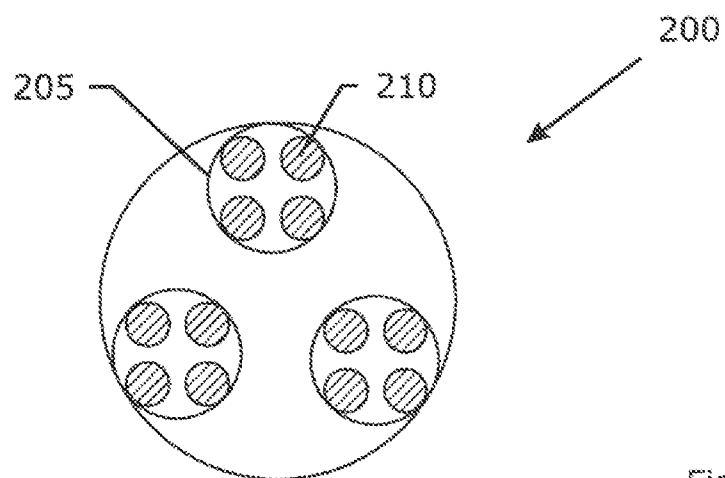


Fig. 2

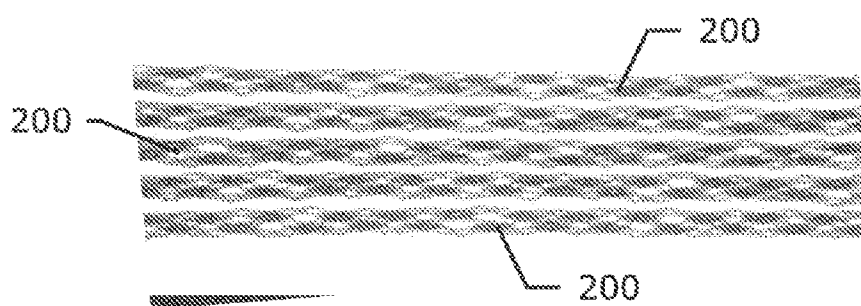


Fig. 3

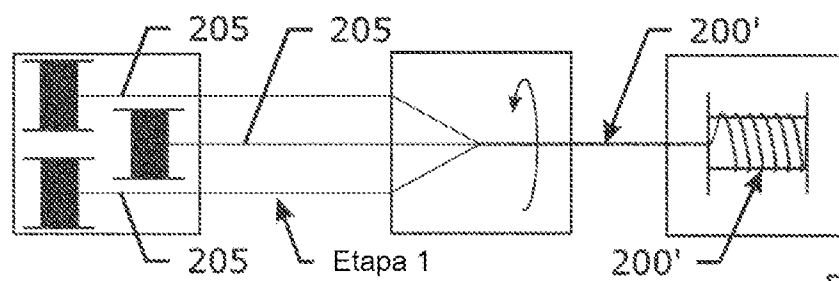


Fig. 4a

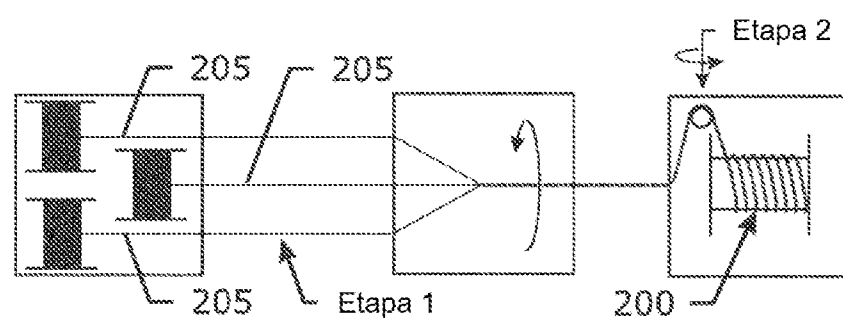


Fig. 4b

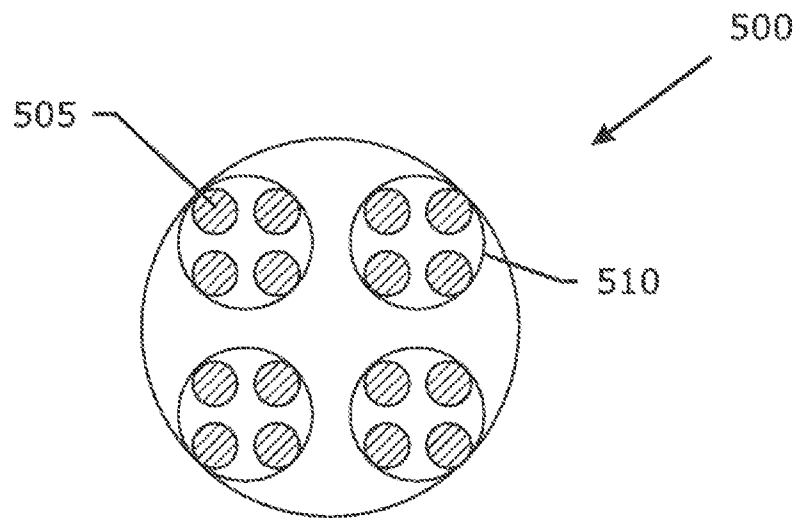


Fig. 5

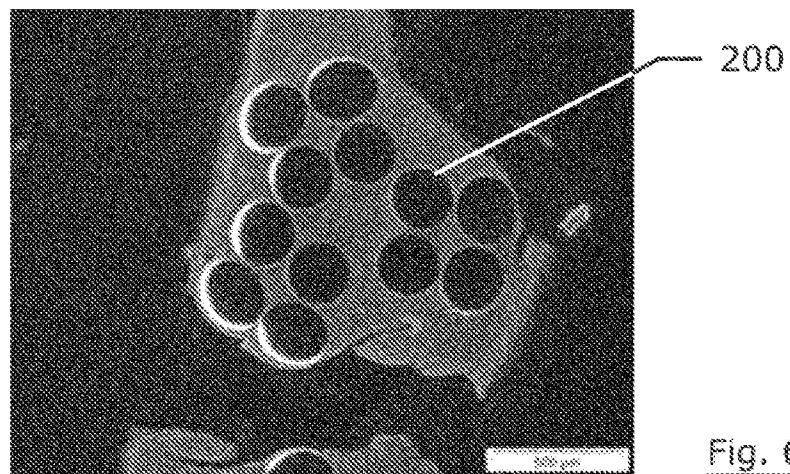


Fig. 6a

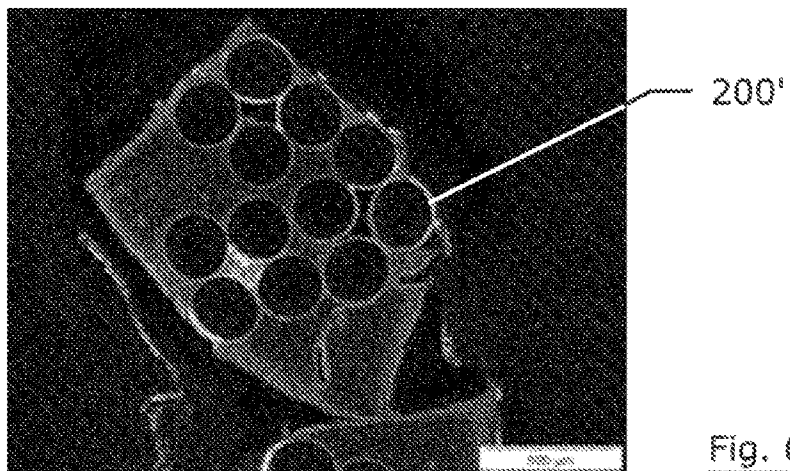


Fig. 6b