

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 704 894**

51 Int. Cl.:

D07B 1/06 (2006.01)

D07B 5/12 (2006.01)

D07B 7/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.04.2015 PCT/EP2015/057490**

87 Fecha y número de publicación internacional: **12.11.2015 WO15169521**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.04.2015 E 15715713 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.10.2018 EP 3140452**

54 Título: **Cable de acero con torsiones residuales reducidas**

30 Prioridad:

08.05.2014 EP 14167476

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

20.03.2019

73 Titular/es:

**NV BEKAERT SA (100.0%)
Bekaertstraat 2
8550 Zwevegem, BE**

72 Inventor/es:

**GALLET, JAN;
MULLEBROUCK, RIK y
DOORNAERT, GHISLAIN**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 704 894 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

Cable de acero con torsiones residuales reducidas

5 Campo técnico

La invención se refiere a un cable de acero adaptado para reforzar una tela de refuerzo o de cintura en un neumático de caucho. La invención también se refiere a un equipo de retorcido y a un método para hacer tal cable de acero.

10 Técnica anterior

Los cables de acero para reforzar las telas de refuerzo o de cintura en un neumático de caucho son bien conocidos en la técnica.

15 El documento US-A-4.408.444 describe una construcción $M + N$, y más particularmente una construcción $2 + 2$. Este cable tiene dos grupos de filamentos, un primer grupo con M , preferentemente dos filamentos y un segundo grupo con N , preferentemente dos filamentos. Este cable, al menos en su forma de realización $2 + 2$, tiene la ventaja de la penetración total del caucho, ya sea bajo tensión o no. Sin embargo, esta construcción de cable tiene el inconveniente de tener un límite de fatiga relativamente pobre y un diámetro de cable demasiado grande.

20 En un intento de mitigar estos inconvenientes, el documento EP-B1-0 466 720 propone una construcción $M + N$ similar pero diferente. La diferencia es que los filamentos de un grupo tienen un diámetro de filamento que difiere de los filamentos del otro grupo. El resultado es un aumento en el límite de fatiga y, a veces, una disminución en el diámetro del cable para el mismo efecto de refuerzo.

25 Las construcciones $M + N$ con diferencia en diámetros de filamento son, sin embargo, de difícil proceso durante la fabricación de neumáticos, en particular en un sistema automatizado. Los filamentos con una diferencia de diámetro tienen diferentes niveles de saturación de torsiones residuales. Los cables resultantes están sujetos a ensanchado. Los cables son menos estables y la integración de dichos cables en capas de caucho conduce a la elevación de la punta de las capas de caucho, es decir, se levantan uno o más bordes.

30 Cuando se aplican torsiones a un cable de acero o a un filamento de acero, el primer fenómeno observado es lineal, es decir, el número de torsiones residuales es igual al número de torsiones aplicadas. Aumentar aún más el número de torsiones aplicadas conduce a un aumento de las torsiones residuales, pero no en el mismo grado: en cantidades decrecientes. En otras palabras, se observa un fenómeno de saturación. Tan pronto como no haya más aumento de torsiones residuales, se habrá alcanzado el nivel de saturación de torsiones residuales.

35 El nivel de saturación de torsiones residuales de un filamento de acero es dependiente del material del filamento de acero, la resistencia a la tracción del filamento de acero y, especialmente, del diámetro del filamento de acero.

40 Con el fin de hacer frente al problema de elevación de la punta, el documento WO-A1-2012/128372 propone una construcción $2x d_c + Nx d_s$ donde el diámetro del filamento del grupo del núcleo d_c es mayor que el diámetro del filamento del grupo de la funda d_s y donde los dos filamentos del núcleo se deforman plásticamente hasta tal punto que forman una onda con una amplitud tal que los filamentos de acero del núcleo quedan bien anclados por el caucho en la capa de caucho definitiva. Este anclaje impide cualquier efecto negativo de las torsiones residuales y reduce la elevación de la punta de cualquier capa de caucho reforzada.

45 Sin embargo, el $2x d_c + Nx d_s$ del documento WO-A1 -2012/128372 sufre de ensanchado y corre el riesgo de convertirse en una construcción menos robusta o menos estable.

50 El término 'ensanchado' se refiere al fenómeno de difusión de los filamentos extremos o los extremos de las hebras después del corte del cable de acero o filamento de acero. Un cable de acero sin ensanchado no muestra esta dispersión, los filamentos o hebras permanecen más o menos en su posición después del corte.

55 Las solicitudes de patente JP-A-2013199194, JP-A-2013199193, JP-A-2013199191, JP-A-2013199717, JP-A-2013199195, JP-A-2013199190, JP-A-2013199189 describen todas construcciones de cables de acero $2x d_c + Nx d_s$ pero no ofrecen una solución al problema de los destellos y tampoco una solución para la onda demasiado grande de los filamentos de acero del núcleo.

60 El documento JP-H-06-306784 describe una forma de fabricar una construcción de cable de acero 2 (núcleo) $+ 2$ (funda) por medio de una torsionadora doble donde se usa una turbina o una torsionadora falsa. Los filamentos de acero del núcleo y los filamentos de acero de la funda tienen el mismo diámetro.

65 El documento US-A-5.487.262 describe un método y un dispositivo para fabricar un cable de acero en el que se utilizan dos retorcidos falsos en secuencia.

Descripción de la invención

Un objeto general de la invención es evitar los inconvenientes de la técnica anterior.

5 Un objeto particular de la invención es proporcionar un cable de acero sin ensanchado.

Otro objeto de la invención es proporcionar un cable de acero con una reducción de la deformación plástica.

10 Aún otro objeto de la invención es proporcionar un cable de acero con una robustez mejorada.

Aún otro objeto de la invención es mantener la elevación de la punta de una capa de caucho reforzada con un cable de acero de acuerdo con la invención bajo o cero.

15 De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un cable de acero adaptado para reforzar una tela de refuerzo o de cintura en un neumático de caucho. Los términos "adaptados para reforzar una tela de refuerzo o de cintura en un neumático de caucho" se refieren a los cables de acero donde los filamentos de acero están hechos de acero al carbono simple (ver ejemplo más adelante), tienen un diámetro de filamento que varía de 0,10 mm a 0,40 mm, por ejemplo de 0,12 mm a 0,35 mm, tienen una resistencia a la tracción suficiente (resistencia a la tracción R_m desde 1500 MPa a 4000 MPa y superior) y están provistos de un recubrimiento que promueve la adhesión con caucho, como un revestimiento de latón binario o un revestimiento de zinc-cobalto ternario o de zinc-cobre-níquel.

20 El cable de acero comprende un grupo del núcleo y un grupo de la funda. Preferentemente, el cable de acero consiste solamente en un grupo del núcleo y un grupo de la funda.

25 El grupo del núcleo tiene dos o cuatro filamentos de acero con un primer diámetro d_c , por ejemplo, dos filamentos de acero con un diámetro d_c . Preferentemente, los filamentos de acero del núcleo tienen aproximadamente la misma resistencia a la tracción y la misma composición de acero.

30 El grupo de la funda tiene de uno a seis filamentos de acero con un segundo diámetro d_s , por ejemplo, de dos a cuatro filamentos con un segundo diámetro d_s . Preferentemente, los filamentos de acero de la funda tienen aproximadamente la misma resistencia a la tracción y la misma composición de acero.

35 El primer diámetro d_c es mayor que el segundo diámetro d_s . Preferentemente, la relación de diámetros d_c/d_s varía de 1,10 a 1,70, preferentemente de 1,10 a 1,50. Los filamentos de acero de dos a cuatro núcleos no están retorcidos o tienen una etapa de retorcido superior a 300 mm. El grupo de la funda y el grupo del núcleo están retorcidos entre sí con una etapa de retorcido del cable en una dirección de retorcido del cable.

40 La relación del valor absoluto de la diferencia de torsiones residuales del grupo del núcleo y el grupo de la funda para el valor absoluto de la diferencia en el nivel de saturación entre el grupo del núcleo y el grupo de la funda varía de 0,15 a 0,65, preferentemente de 0,15 a 0,60, por ejemplo, desde 0,15 a 0,55, por ejemplo, desde 0,25 a 0,50. Esto es válido en caso de que el cable total no tenga torsiones residuales.

45 El nivel de saturación se expresa en número de revoluciones por metro. La cantidad de torsiones residuales también se expresa en número de revoluciones por metro.

50 Las torsiones residuales de un cable de acero o de un filamento de acero se determinan como sigue: Un extremo del cable de acero o el filamento de acero de una longitud particular puede girar libremente, el otro extremo se mantiene fijo. Se cuenta el número o revoluciones y se anota su dirección.

La forma cómo se determinan las torsiones residuales de un grupo del núcleo o de un grupo de la funda se explicará más adelante.

55 El nivel de saturación de un filamento de acero es el número máximo de torsiones elásticas (expresado como el número de revoluciones por metro) se puede aplicar a un filamento de acero. El nivel de saturación de un grupo de filamentos de acero iguales, es decir, el mismo diámetro, composición y resistencia a la tracción, es igual al nivel de saturación de un filamento de acero individual de ese grupo. En la práctica, el nivel de saturación se determina o mide antes del proceso de retorcido.

60 Para torsiones aplicadas en la dirección S, torsiones residuales que hacen que la etapa de retorcido o paso de retorcido sea más corta tienen un signo positivo, torsiones residuales que hacen que la etapa de retorcido o paso de retorcido sea más larga tienen un signo negativo. Para torsiones aplicadas en la dirección Z, lo contrario es válido.

65 La invención es particularmente adecuada para construcciones de cables de acero hechas por medio de una torsionadora doble, ya que con una torsionadora doble los filamentos de acero individuales pueden someterse a un retorcido en sí mismos, lo que no es el caso de los cables de acero hechos por medio de un trenzador tubular en la

forma normal. En la presente invención, los filamentos de acero de la funda están preferentemente retorcidos sobre sí mismos. Este retorcido individual de los filamentos de acero, junto con el retorcido de los grupos y el cable, puede aumentar la cantidad de torsiones residuales del grupo de la funda.

5 La función de la caracterización de un cable de acero según la invención se puede escribir en la fórmula siguiente:

$$0,10 \leq p = |RT_c - RT_s| / |SL_c - SL_s| \leq 0,65$$

10 La proporción p es la relación de la diferencia de retorcido medida al (máximo) hueco de retorcido que podría obtenerse en caso de que una torsionadora falsa doble no fuera utilizada. Debido al uso de una torsionadora falsa doble, la relación p se puede mantener entre los límites mencionados. Este reducido nivel de diferencia en las torsiones residuales entre el grupo del núcleo y el grupo de la funda contribuye a un cable de acero más robusto con una reducción total o incluso reducida del ensanchado y sin la necesidad de altos niveles de deformación plástica y grandes amplitudes de ondas de los filamentos del núcleo de acero. Debido a la reducción del nivel de diferencia en las torsiones residuales, la necesidad de anclaje de los filamentos del núcleo en la capa de caucho es menos importante.

20 El documento EP-A1-2 060 673 describe un cable de acero 2x0,23 + 4x0,21 que se fabrica por medio de una máquina de trenzado tubular. Aplicando la fórmula anterior $p = |RT_c - RT_s| / |SL_c - SL_s|$ para el cable de acero se obtienen valores de p por debajo de 0,10.

No hay necesidad de llevar las torsiones residuales del grupo del núcleo y/o el grupo de la funda de forma individual o por separado a cero con el fin de alcanzar las ventajas de la ausencia de ensanchado y aumento en la robustez. Por el contrario, llevar las torsiones residuales a cero requeriría demasiada energía en el proceso de retorcido.

25 De acuerdo con otra realización preferible, la cantidad de torsiones residuales del grupo del núcleo es sustancialmente diferente de la cantidad de torsiones residuales del grupo de la funda.

30 Según una realización preferible, los de uno a seis filamentos de acero de la funda del cable de acero de la invención están retorcidos uno alrededor del otro con una etapa de retorcido del cable y en una dirección de retorcido del cable.

35 Una construcción de cable preferible de acuerdo con el primer aspecto de la invención tiene un grupo del núcleo con dos filamentos de acero de núcleo y un grupo de la funda con tres filamentos de acero de la funda. Por lo tanto, una construcción de cable preferible es 2xd_c + 3xd_s.

Como se ha mencionado, debido a los bajos niveles de torsiones residuales tanto en los filamentos de acero de núcleo y los filamentos de funda, la deformación plástica de los filamentos de acero individuales se puede reducir.

40 Como resultado de una deformación plástica tan reducida, cada uno de los filamentos de acero del núcleo puede tener una altura de onda h que va desde 2,2xd_c a 2,7xd_c.

45 Del mismo modo, cada uno de los filamentos de la funda puede tener una onda de altura h_s que va desde 2,2xd_s a 3,9xd_s.

Debido a la reducida deformación plástica de los filamentos de acero individuales, la densidad lineal del cable de la invención resultante también se reduce, por ejemplo, en más de un uno por ciento. Eventualmente, esto conduce a una capa de caucho reforzada y un neumático con un peso reducido.

50 Preferentemente, el cable de acero de acuerdo con el primer aspecto de la invención no tiene ensanchado.

También preferentemente el cable de acero tiene una resistencia a la tracción superior a 2500 MPa, por ejemplo, superior a 2700 MPa.

55 El cable de acero tiene preferentemente una carga de rotura superior a 450 Newtons, por ejemplo, superior a 500 Newtons.

60 Según un segundo aspecto de la invención, se proporciona una capa de caucho que comprende una pluralidad de cables de acero de acuerdo con el primer aspecto de la invención. Los cables de acero están dispuestos en paralelo uno junto al otro con una densidad que va desde 6 extremos por cm a 12 extremos por cm, por ejemplo, desde 6,5 extremos por cm a 11 extremos por cm. El grosor de la capa de caucho varía de 0,65 mm a 1,6 mm, por ejemplo, de 0,7 mm a 1,5 mm y es de 1,2 mm. La capa de caucho tiene una elevación de la punta inferior a 10 mm, por ejemplo, inferior a 5 mm. Esta reducción en la elevación de la punta facilita el procesamiento automatizado de las capas de caucho en la fabricación de neumáticos.

65

Antes de la integración en la cintura o refuerzo de un neumático, caucho reforzado por cables de acero se corta en una capa con la forma de un paralelogramo, es decir, con dos ángulos agudos y dos ángulos obtusos. La elevación de la punta es el fenómeno de que el ángulo agudo de la capa puede mostrar una elevación, es decir, una distancia a la base. La elevación de la punta es la distancia vertical en mm entre una base y un ángulo agudo de la capa. La cantidad de elevación de la punta se debe principalmente a las torsiones residuales de los cables individuales. Dado que la elevación de la punta solo afecta a una esquina de la capa, su cantidad es independiente de la longitud y el ancho de la capa de caucho.

El equipo para fabricar un cable $m + n$ de acuerdo con el primer aspecto de la invención comprende una torsionadora doble y carretes de suministro situados en un primer lado de la torsionadora doble para suministrar los dos a cuatro filamentos de acero del núcleo a la torsionadora doble.

En caso de que haya menos carretes de suministro que el número de filamentos del núcleo, algunos filamentos tienen múltiples enrollamientos en paralelo en el carrete.

La torsionadora doble comprende una cuna estacionaria. La cuna soporta carretes de suministro para el suministro de uno a seis filamentos de acero de la funda a un punto de montaje dentro de la torsionadora doble.

Como es el caso con el número de carretes de suministro fuera de la torsionadora doble, también puede haber menos carretes de suministro que el número de filamentos de la funda, especialmente cuando se ha aplicado un devanado múltiple.

El equipo comprende además un carrete de cable para recibir un cable de acero retorcido que sale de la torsionadora doble. Este carrete de cable se coloca en un segundo lado de la torsionadora doble, preferentemente opuesto al primer lado.

El equipo comprende además una primera torsionadora falsa y una segunda torsionadora falsa. La primera torsionadora falsa y la segunda torsionadora falsa se colocan entre la torsionadora doble y el carrete de cable.

Debido al segunda torsionadora falsa que gira en una dirección opuesta a la primera torsionadora falsa, el nivel de las torsiones residuales tanto del grupo del núcleo como del grupo de fundas se llevan a un nivel bajo aceptable.

Los términos "torsionadora falsa" se refieren a un dispositivo que aplica una serie de retorcidos en una primera dirección (por ejemplo, S) a un filamento o un cable, seguido inmediatamente por el mismo número de retorcido en una dirección opuesta (por ejemplo, Z). El efecto sobre el número de torsiones aplicadas es cero, pero la torsionadora falsa tiene un efecto sobre el número de torsiones residuales.

De acuerdo con un tercer aspecto de la presente invención, se proporciona un método de fabricación de un cable $m + n$ de acuerdo con el primer aspecto de la invención.

Este método comprende las siguientes etapas:

- i. desenrollar los filamentos de acero del núcleo de uno o más carretes de suministro;
- ii. guiar los filamentos de acero del núcleo desenrollado a una torsionadora doble que gira en una dirección de retorcido doble;
- iii. aplicar un primer retorcido en una primera dirección a los filamentos de acero del núcleo;
- iv. desenrollar los filamentos de acero de la funda de uno o más carretes de suministro dentro de la torsionadora doble;
- v. reunir los filamentos de acero de la funda desenrollados junto con los filamentos de acero de núcleo retorcido en un punto de montaje dentro de la torsionadora doble;
- vi. aplicar un segundo retorcido en una segunda dirección opuesta a la primera dirección a los filamentos de acero del núcleo y los filamentos de acero de la funda desenroscando así los filamentos de acero del núcleo y girando los filamentos de acero de la funda y creando así una estructura de acero retorcida que comprende los filamentos de acero del núcleo y los filamentos de acero de la funda;
- vii. guiar la estructura retorcida fuera de la torsionadora doble hasta una primera torsionadora falsa que gira en una dirección opuesta a la doble dirección de retorcido;
- viii. luego, guiar la estructura retorcida desde la primera torsionadora falsa hasta la segunda torsionadora falsa que gira en una dirección igual a la dirección de doble retorcido finalizando así el cable de acero $m + n$;
- ix. enrollar el cable de acero $m + n$ en un carrete de cable.

Breve descripción de las figuras en los dibujos

La figura 1 es un dibujo esquemático del equipo y el proceso para hacer un cable de acero de acuerdo con el primer aspecto de la invención;

La figura 2a muestra diagramas de torsión de un filamento de acero del núcleo y un filamento de acero de la funda en un torsionadora doble seguida de una única torsionadora falsa;

La figura 2b muestra diagramas de torsión de un filamento de acero del núcleo y un filamento de acero de la funda en un torsionadora doble seguida de una torsionadora falsa doble;

La figura 3 ilustra la influencia de una torsionadora falsa doble en la elevación de la punta de una capa de caucho;

La figura 4a, la figura 4b, la figura 4c y la figura 4d muestran secciones transversales de un cable de acero de acuerdo con el primer aspecto de la invención;

La figura 5 es una vista en perspectiva frontal de un cable de acero de acuerdo con un primer aspecto de la invención;

La figura 6 muestra una capa de caucho.

Modo(s) de llevar a cabo la invención

Un cable de acero de acuerdo con el primer aspecto de la invención se puede preparar de la siguiente manera.

El material de partida puede ser una varilla de alambre de acero con un contenido de carbono mínimo de 0,65 %, por ejemplo, un contenido de carbono mínimo de 0,75 %, un contenido de manganeso que varía de 0,40 % a 0,70 %, un contenido de silicio que oscila de 0,15 % a 0,30 %, un contenido máximo de azufre de 0,03 %, un contenido máximo de fósforo de 0,30 %, todos los porcentajes son porcentajes en peso. Los elementos de microaleación, como el cromo y el cobre, con porcentajes que van del 0,10 % al 0,40 % no se excluyen, pero no son necesarios.

La varilla de alambre se limpia en primer lugar por decapado mecánico y/o por decapado químico en un H_2SO_4 o solución de HCl con el fin de eliminar los óxidos presentes en la superficie. La varilla de alambre se enjuaga en agua y se seca. La varilla de alambre seca se somete luego a una primera serie de operaciones de estirado en seco para reducir el diámetro hasta un primer diámetro intermedio.

En este primer diámetro intermedio d_1 , por ejemplo, a aproximadamente 3,0 a 3,5 mm, el alambre de acero estirado en seco se somete a un primer tratamiento térmico intermedio, llamado patentado. Patentar significa primero austenizar hasta una temperatura de aproximadamente 1000 °C, seguida de una fase de transformación de austenita a perlita a una temperatura de aproximadamente 600 °C - 650 °C. El alambre de acero está entonces listo para una mayor deformación mecánica.

A continuación, el alambre de acero es estirado en seco adicionalmente desde el primer diámetro intermedio d_1 hasta un segundo diámetro intermedio d_2 en un segundo número de etapas de reducción de diámetro. El segundo diámetro d_2 varía típicamente de 1,0 mm a 2,5 mm.

En este segundo diámetro intermedio d_2 , el alambre de acero se somete a un segundo tratamiento de patentado, es decir, austenitización de nuevo a una temperatura de aproximadamente 1000 °C y después de enfriamiento a una temperatura de 600 °C a 650 °C para permitir la transformación a perlita.

Si la reducción total en la primera y segunda etapa de estirado en seco no es demasiado grande, una operación de estirado directo se puede realizar desde la varilla de alambre hasta el diámetro d_2 .

Después de este segundo tratamiento de patentado el alambre de acero se proporciona normalmente con un revestimiento de latón: se chapa cobre en placas sobre el alambre de acero y el zinc se chapa sobre el cobre. Se aplica un tratamiento de termodifusión para formar el revestimiento de latón.

El alambre de acero latonado se somete entonces a una serie final de las reducciones de sección transversal por medio de máquinas de estirado húmedo. El producto final es un filamento de acero con un contenido de carbono superior al 0,65 % en peso (por ejemplo, superior al 0,75 % en peso), con una resistencia a la tracción típicamente superior a 2000 MPa (por ejemplo, superior a 2500 MPa) y adaptado para el refuerzo de productos elastoméricos.

Para la fabricación de un cable de acero de acuerdo con la presente invención se requieren dos diámetros de los filamentos de acero diferentes, por ejemplo, filamentos de acero de 0,16, 0,17 o 0,20 mm y filamentos de acero de 0,22, 0,24 y 0,265 mm.

La figura 1 proporciona una visión general de un equipo 100 que se puede usar para hacer un cable de acero de acuerdo con la invención.

A partir de la parte izquierda de la figura 1, los filamentos de acero de tres centrales 102 con un diámetro de filamento de d_c se extraen de dos carretes de suministro 104 y se guían a una torsionadora doble o agavilladora 106. Después de pasar una primera polea de guía estacionaria 108, los tres filamentos de acero del núcleo 102 reciben un primer retorcido en la dirección Z debido a la dirección de rotación 109 de una primera aleta 110. Justo antes de pasar por encima de la polea de inversión estacionaria 112, los tres filamentos de acero del núcleo 102 reciben un segundo retorcido en la dirección Z. Los filamentos de acero con núcleo retorcido 102 se guían entonces a un punto de montaje 113.

- Tres filamentos de acero de la funda 116 con un diámetro de filamento de d_s provienen de tres carretes de suministro 118 que están situados en una cuna estacionaria (no se muestra) dentro de la torsionadora doble 106. Los tres filamentos de acero de la funda 116 se juntan con los tres filamentos de acero de núcleo retorcidos 102 en el punto de montaje 113. A nivel de la segunda polea de inversión estacionaria 114, tanto los filamentos de acero del núcleo 102 como los filamentos de acero de la funda 116 reciben un retorcido en la dirección S. Esto significa que los tres filamentos de acero del núcleo 102 están parcialmente sin torcer (de retorcidos 2xZ a un retorcido Z) mientras que los filamentos de acero de la funda 116 son retorcidos. El conjunto de dos filamentos de acero de núcleo 102 y tres filamentos de acero de revestimiento 116 se guía sobre un segundo volante 120 a una segunda polea de guía estacionaria 122. A nivel de la segunda polea de guía estacionaria 122, el conjunto recibe un segundo retorcido en la dirección S. Esto significa que los tres filamentos de acero del núcleo 102 ahora están completamente sin retorcer (de un retorcido en Z a cero) y que los tres filamentos de acero de la funda 116 se han retorcido dos veces en la dirección S.
- El producto resultante que sale de la torsionadora doble 106 es un cable de acero con un grupo del núcleo y un grupo de la funda. El grupo del núcleo consta de tres filamentos de acero con núcleo 102 sin retorcer. El grupo de la funda tiene tres filamentos de acero de funda retorcidos en S 116. El grupo de la funda está retorcido en dirección S alrededor del grupo del núcleo. Este es un cable de acero completo, pero aún no tiene todas las características de acuerdo con la invención.
- El cable de acero deja la torsionadora doble 106 y es conducido a través de una primera torsionadora falsa 124 que gira en una dirección 126 opuesta a la dirección de rotación de la torsionadora doble 106. El efecto de esta primera torsionadora falsa 124 se explicará con referencia a la figura 2a y la figura 2b.
- A continuación, el cable de acero que también se conduce a una segunda torsionadora falsa 128 que gira en una dirección 130 opuesta a la dirección de rotación de la primera torsionadora doble 124. El efecto de esta segunda torsionadora falsa 128 se explicará con referencia a la figura 2b.
- Por último, un cable de acero 132 que posee todas las características de un cable de acero según la invención deja la segunda torsionadora falsa 128 y se enrolla sobre un carrete de cable 134.
- La figura 1 también muestra varias posiciones a-b-c-d-e-f-g-h a lo largo de la trayectoria seguida por los filamentos de acero del núcleo 102 y los filamentos de acero de la funda 116 o ambos. La figura 2a y la figura 2b muestran diagramas de retorcido con mención de:
- a-b-c-d-e-f-g-h: esto corresponde cada vez con el nivel de retorcido de un filamento de acero del núcleo en las diversas posiciones a-b-c-d-e-f-g-h en la figura 1;
 - a'-b'-c'-d'-e'-f'-g'-h': esto corresponde cada vez al nivel de retorcido de un filamento de acero de la funda en las distintas posiciones a-b-c-d-e-f-g-h en la figura 1.
- La figura 2a muestra la curva de retorcido 200 de un filamento de acero del núcleo 102 que tiene un doble retorcido y atraviesa una única torsionadora falsa 124 y la curva de retorcido 202 del filamento de acero de funda que tiene doble retorcido y atraviesa una única torsionadora falsa 124.
- La abscisa muestra las torsiones aplicadas (número de revoluciones por metro): S en la dirección derecha, Z en la dirección izquierda.
- La ordenada muestra las torsiones residuales (número de revoluciones por metro): Z en dirección hacia arriba, S en dirección hacia abajo.
- La línea de trazos 204 muestra el nivel de saturación de retorcido (número de revoluciones por metro) de un filamento de acero del núcleo 102.
- La línea de puntos y rayas 206 muestra el nivel de saturación de retorcido (número de revoluciones por metro) de un filamento de acero de la funda 116.
- El nivel de saturación de retorcido 204 de un filamento de acero del núcleo es inferior al nivel de saturación de retorcido 206 de un filamento de acero de la funda, ya que el filamento de acero del núcleo es más grueso y alcanza más rápidamente la zona de deformación plástica.
- En referencia a la figura 2a, y siguiendo la curva de retorcido 200, un filamento de acero del núcleo 102 recibe un primer retorcido en Z en la posición a y un segundo retorcido en Z en la posición b. En la posición c, el filamento 102 de acero del núcleo está parcialmente sin retorcer debido a un primer retorcido en S. En la posición d, el filamento de acero del núcleo deja la torsionadora doble sin ser retorcido, es decir, con cero retorcidos aplicados, debido a un segundo retorcido en S. El filamento de acero 102 del núcleo se envía luego a una torsionadora falsa 124, donde

recibe los primeros retorcidos en la dirección S - punto e - e inmediatamente después se gira en la dirección Z para llegar al punto f, con cero retorcidos aplicados, pero con +3 revoluciones residuales por metro.

Todavía en referencia solamente a la figura 2a, y siguiendo la curva de retorcido 202, el filamento de acero de la funda 116 recibe un primer retorcido S en c' y un segundo retorcido S en d' al salir de la torsionadora doble 106. El filamento de acero de la funda 116 se guía luego a través de una torsionadora falsa 124 donde recibe los primeros retorcidos adicionales en la dirección S - punto e' - e inmediatamente después se gira en la dirección Z para llegar al punto f, con un número de torsiones aplicadas correspondientes longitud del cable deseado o etapa de retorcido del cable y con - 4,5 revoluciones residuales por metro.

Con una torsionadora falsa 124, la diferencia de torsiones residuales entre un filamento de acero de núcleo 102 y un filamento de acero de revestimiento 116 es de 7,5 revoluciones residuales por metro.

Esta alta diferencia en torsiones residuales por metro provoca inestabilidad en el cable de acero y requiere un alto grado de deformación de los filamentos de acero del núcleo con el fin de anclar el cable de acero en una capa de caucho y para evitar la elevación de la punta de una capa de caucho reforzada con este cable de acero.

La mejora de la invención se explica con referencia a la figura 2b.

La curva 208-210 es la curva de retorcido de un filamento de acero del núcleo 102. La parte 208 es la parte con una única torsionadora falsa 124, la parte del tablero 210 es la parte con una segunda torsionadora falsa adicional 128.

El filamento de acero del núcleo 102 recibe un primer retorcido Z en la posición A y un segundo retorcido Z en la posición b. En la posición c, el filamento 102 de acero del núcleo está parcialmente sin torcer debido a un primer retorcido en S. En la posición d, el filamento de acero del núcleo deja la torsionadora doble sin ser retorcido, es decir, con cero retorcidos aplicados, debido a un segundo retorcido en S. El filamento de acero del núcleo 102 se envía luego a una primera torsionadora falsa 124, donde recibe los primeros retorcidos en la dirección S -punto e - e inmediatamente después una primera serie de retorcidos en la dirección Z debido a la primera torsionadora falsa 124 y una segunda serie de retorcidos en la dirección Z debido a una segunda torsionadora falsa 128 - puntos f-g. Finalmente, la segunda serie de retorcidos en la dirección Z se compensa con retorcidos en la dirección S (acción de la segunda torsionadora falsa 128) para llegar al punto h con cero retorcidos aplicados y - solo - +1,8 revoluciones residuales por metro.

La curva 212-214 es la curva de retorcido de un filamento de acero de la funda 116. La parte 212 es la parte con una única torsionadora falsa 124, la parte del tablero 214 es la parte con una segunda torsionadora falsa adicional 128.

El filamento de acero de la funda 116 recibe un primer retorcido en S en c' y un segundo retorcido en S en d' cuando abandona la torsionadora doble. El filamento de acero de la funda 116 se guía luego a la torsionadora falsa 124, donde recibe los primeros retorcidos adicionales en la dirección S - punto e'. Después, el filamento de acero de la funda 116 recibe una primera serie de retorcidos en Z (acción de la primera torsionadora falsa 124) y una segunda serie de retorcidos en Z (acción de la segunda torsionadora falsa 128) - puntos f-g'. Finalmente, la segunda serie de retorcidos en Z se compensa con una serie de retorcidos en S (acción de la segunda torsionadora falsa 128) para llegar al punto h', con un número de retorcidos aplicados correspondientes a la longitud de tendido deseada o etapa de retorcido del cable y con -2,5 revoluciones residuales por metro.

El número de torsiones residuales se determina por grupo, es decir, el número de torsiones residuales se determina para el grupo del núcleo en su conjunto y - por separado - para el grupo de la funda en su conjunto.

Para determinar el número de torsiones residuales por grupo, se toma una muestra de cable de acero de 4 metros de longitud. Todas las torsiones residuales del cable se liberan primero.

Esta muestra de 4 metros se fija entre dos pinzas que tienen una interdistancia de 100 cm. Las pinzas tienen una trayectoria de caucho en contacto con el cable de acero para evitar daños al cable de acero.

El propósito es determinar el número de torsiones residuales en esta longitud de 100 cm.

Fuera de las pinzas, el cable de acero se corta, pero deja una longitud de unos 10 cm. En un extremo, fuera de las pinzas, el cable de acero se pliega plásticamente de manera que una longitud de unos 5 cm apunta verticalmente hacia arriba. El número de rotaciones de esta parte doblada indicará el número de torsiones residuales por metro.

Para la determinación de las torsiones residuales del grupo del núcleo, uno de los extremos del cable de acero no está sujeto. Los filamentos de acero de la funda se desenredan mediante una pinza hasta que pasa la pinza, mientras que la parte doblada del grupo del núcleo se mantiene vertical. Después de eso, el grupo del núcleo se sujeta nuevamente y los filamentos de acero de la funda se desenredan hasta la segunda pinza. Ahora, uno está listo para determinar las torsiones residuales en revoluciones por metro del grupo del núcleo: la primera pinza se

libera nuevamente mientras se mantiene vertical la parte doblada del grupo del núcleo y luego se libera la parte doblada y se cuenta su número de rotaciones.

Para la determinación de las torsiones residuales del grupo de la funda, uno de los extremos del cable de acero está abierto. Los filamentos de acero de la funda se desenredan por medio de una pinza, no solo hasta después de la primera pinza, sino hasta la segunda, mientras que la pinza se mantiene horizontal para que la parte doblada de los filamentos de acero de la funda también se mantenga estable. Una vez realizado el desenredo hasta la segunda pinza, uno está listo para determinar las torsiones residuales del grupo de fundas en revoluciones por metro: la pinza libera el grupo de fundas y se cuenta el número de rotaciones de la parte doblada del grupo de fundas.

Con dos torsionadoras falsas 124, 128, la diferencia en torsiones residuales entre el grupo del núcleo y el grupo de la funda se ha reducido a 4,3 revoluciones residuales por metro. Este es un cable mucho más estable, sin ensanchar y que no causa una elevación de la punta en una capa de caucho sin tener que deformar los filamentos de acero del núcleo en gran medida.

La figura 3 ilustra la influencia de un torsionadora falsa doble en la elevación de la punta de una capa de caucho. El eje de abscisas da la velocidad de rotación ω de la segunda torsionadora falsa 128 en porcentaje. La ordenada da la elevación de la punta T de una capa de caucho reforzado con cables de acero en milímetros. La curva 30 es para una altura de onda h_c de los filamentos de acero del núcleo de $2,7x d_c$, mientras que la curva 32 es para una altura de onda h_c de los filamentos de acero del núcleo de $1,6x d_c$.

Como ejemplo, la elevación de la punta T se puede limitar a 10 mm con una altura de onda h_c de $2,7x d_c$ y una velocidad de rotación ω de 35 %. El aumento de la velocidad de rotación ω a 75 % puede reducir la onda altura h_c a 0,36 mm sin aumento de la elevación de la punta T.

La figura 4a, la figura 4b, la figura 4c y la figura 4d muestran diversas secciones transversales de un cable de acero 132 según el primer aspecto de la invención.

Haciendo referencia a la figura 4a, el cable de acero 132 tiene un grupo del núcleo de tres filamentos de acero de núcleo paralelos 102, cada uno con un diámetro de filamento d_c . El cable de acero 132 tiene además un grupo de fundas de tres filamentos de acero de funda trenzada 116, cada uno con un diámetro de filamento d_s . Debido al hecho de que los tres filamentos de acero del núcleo 102 se desenroscan, el cable 132 tiene una sección transversal ovalada con un eje mayor o un diámetro mayor D_{mayor} y un eje menor o un diámetro menor D_{menor} .

La figura 4b es una sección transversal del mismo cable de acero 132 pero a una distancia de $\frac{1}{4}$ de una etapa de retorcido del cable de la situación de la figura 4a.

La figura 4c es una sección transversal del mismo cable de acero 132 pero a una distancia de la mitad de una etapa de retorcido de cable de la situación de la figura 4a.

La figura 4d es una sección transversal del mismo cable de acero 132 pero a una distancia de $\frac{3}{4}$ de una etapa de retorcido del cable de la situación de la figura 4a.

Como resultado del proceso de doble retorcido en la torsionadora doble 106, los filamentos de acero de la funda 116 no sólo están trenzados uno alrededor del otro, sino que cada filamento de acero de revestimiento 116, como tal, muestra también un retorcido en la misma dirección y en el mismo grado alrededor de su propio eje longitudinal.

La figura 5 es una vista longitudinal de un cable de acero 132 de acuerdo con la invención. La altura de onda h_c de los filamentos de acero de núcleo 102 es la amplitud formada por la onda de los filamentos de acero de núcleo 102, incluyendo el diámetro del filamento(s) de acero de núcleo.

Como se ha explicado anteriormente en este documento, gracias a la acción de la torsionadora falsa doble 128, la diferencia de torsiones residuales entre los filamentos de acero del núcleo 102 y los filamentos de acero de la funda 116 puede ser reducida. Como resultado de esta reducción la altura de onda h_c también se puede reducir dando lugar a una estructura más estable y cerrada y sin causar ensanchado o elevación de la punta.

La figura 6 muestra una capa de caucho 60 que se ha reforzado con cables de acero 132 y que se ha cortado para formar parte de una tela de refuerzo o de cintura en un neumático. La capa de caucho 60 no muestra una elevación de la punta, es decir, el borde 62 no está levantado.

Comparación de los cables de la técnica anterior frente a los cables de la invención

Cable	2x0,24 + 1x0,20 HT	4x0,20 + 6x0,16 ST	2x0,22 + 3x0,16 ST	3x0,265 + 3x0,17 UT
m	2	4	2	3
n	1	6	3	3
(mm)	0,24	0,2	0,22	0,265

ES 2 704 894 T3

Cable	2x0,24 + 1x0,20 HT		4x0,20 + 6x0,16 ST		2x0,22 + 3x0,16 ST		3x0,265 + 3x0,17 UT	
ds (mm)	0,2		0,16		0,16		0,17	
dc/ds	1,2		1,3		1,4		1,6	
Rm grupo del núcleo (MPa)	3320		3580		3540		3870	
Rm grupo de la funda (MPa)	3400		3660		3660		4060	
SLc (revoluciones/m)	38,4		49,7		44,7		40,6	
SLs (revoluciones/m)	47,2		63,5		63,5		66,3	
SLc - SLs	8,8		13,8		18,8		25,7	
Proceso	No DFT	DFT	No DFT	DFT	No DFT	DFT	No DFT	DFT
RTc (revoluciones/m)	1,4	0,7	4,3	2,1	4,1	2,1	2,7	1,3
RTs (revoluciones/m)	-5,7	-2,8	-6,9	-3,3	-9,7	-4,9	-15,9	-7,7
RTc - RTs	7,0	3,5	11,2	5,4	13,8	7,0	18,6	9,0
relación p	0,8	0,4	0,81	0,39	0,73	0,37	0,72	0,35
m: número de filamentos en el grupo del núcleo n: número de filamentos en el grupo de la funda dc: diámetro de los filamentos de acero del núcleo ds: diámetro de los filamentos de acero de la funda Rm: resistencia a la tracción de los filamentos de acero No DFT: proceso de la técnica anterior sin torsionadora falsa doble DFT: proceso de invención con torsionadora falsa doble Factor ϕ: depende del nivel de resistencia a la tracción Relación p: relación de la diferencia en la brecha de retorcido medida a la diferencia en el nivel de saturación SLc: nivel de saturación del grupo del núcleo SLs: nivel de saturación del grupo de la funda RTc: Torsiones residuales del grupo del núcleo RTs: torsiones residuales del grupo de la funda HT: alta resistencia a la tracción ST: super alta resistencia a la tracción UT: ultra alta resistencia a la tracción Una alta resistencia a la tracción (HT) significa un filamento de acero con una resistencia a la tracción entre 3800 - 2000xd MPa y 4000 - 2000xd MPa, donde d es el diámetro del filamento y se expresa en mm. Una super alta resistencia a la tracción (ST) significa un filamento de acero con una resistencia a la tracción entre 4000 - 2000xd MPa y 4400 - 2000xd MPa, donde d es el diámetro del filamento y se expresa en mm. Una ultra alta resistencia a la tracción (UT) significa un filamento de acero con una resistencia a la tracción superior a 4400 - 2000xd MPa.								

Lista de números de referencia

	100	equipos para hacer un cable de acero según la invención.
5	102	filamento de acero del núcleo
	104	carrete de suministro de núcleo de filamento de acero
	106	torsionadora doble
	108	polea estacionaria
	109	sentido de retorcido de la torsionadora doble
10	110	primera aleta
	112	primera polea reversible estacionaria
	113	punto de montaje
	114	segunda polea de inversión estacionaria
	116	filamento de acero de la funda
15	118	carrete de suministro del filamento de acero de la funda
	120	segunda aleta
	122	segunda polea estacionaria
	124	primera torsionadora falsa
	126	dirección de rotación de la primera torsionadora falsa
20	128	segunda torsionadora falsa
	130	dirección de rotación de la segunda torsionadora falsa
	132	cable de acero
	134	carrete de cable para bobinar el cable de acero
	200	curva de torsión del filamento de acero del núcleo con una única torsionadora falsa

ES 2 704 894 T3

	202	curva de torsión del filamento de acero de la funda con una única torsionadora falsa
	204	nivel de saturación de torsión de un filamento de acero de la funda
	208-210	curva de torsión del filamento de acero con torsionadora falsa doble
	212-214	curva de torsión del filamento de acero de la funda con doble torsionadora falsa
5	30	curva de elevación de la punta frente a la velocidad de rotación de la segunda torsionadora falsa
	32	curva de elevación de la punta frente a la velocidad de rotación de la segunda torsionadora falsa
	60	capas de caucho
	62	borde de la capa de caucho
10	a	posición en la primera polea de guía estacionaria 108
	b	posición en la primera polea de inversión estacionaria 112
	c	posición en la segunda polea de inversión estacionaria 114
	d	posición en la segunda polea de guía estacionaria 120
	e	posición antes de la entrada en la primera torsionadora falsa 124
15	f	posición después de dejar la primera torsionadora falsa
	g	posición antes de la entrada en la segunda torsionadora falsa 128
	h	posición h después de dejar la segunda torsionadora falsa 128

REIVINDICACIONES

1. Un cable de acero (132) adaptado para reforzar una tela de refuerzo o de cintura en un neumático de caucho
dicho cable de acero (132) que comprende un grupo del núcleo y un grupo de la funda,
5 dicho grupo del núcleo consiste en dos a cuatro filamentos de acero (102) con un primer diámetro d_c ,
dicho grupo de la funda consiste en uno a seis filamentos de acero (116) con un segundo diámetro d_s ,
la relación d_c/d_s de dicho primer diámetro d_c a dicho segundo diámetro d_s que varía de 1,10 a 1,70,
dichos filamentos de núcleo de acero (102) se desenroscan o tienen una etapa de retorcido de más de 300 mm,
dicho grupo de la funda y dicho grupo del núcleo se retuercen entre sí con una etapa de retorcido de cable en una
10 dirección de retorcido de cable,
caracterizado por que:
la relación p del valor absoluto de la diferencia en las torsiones residuales entre el grupo del núcleo y el grupo de la
funda al valor absoluto de la diferencia en el nivel de saturación entre el grupo del núcleo y el grupo de la funda varía
de 0,15 a 0,65, preferentemente de 0,25 a 0,50.
15
2. Un cable de acero (132) de acuerdo con la reivindicación 1,
en el que la cantidad de torsiones residuales de dicho grupo del núcleo es sustancialmente diferente de la cantidad
de torsiones residuales de dicho grupo de la funda.
- 20 3. Un cable de acero (132) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores; y
en el que los filamentos de la funda (116) están retorcidos sobre sí mismos.
4. Un cable de acero (132) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores; y
en el que dichos uno a seis filamentos de acero de la funda (116) están retorcidos entre sí con dicha etapa de
25 retorcido del cable y en dicha dirección de retorcido del cable.
5. Un cable de acero (132) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores; y
en el que cada uno de dichos filamentos de acero (102) tiene una altura de onda h_c que varía de $2,2 \times d_c$ a $2,7 \times d_c$.
- 30 6. Un cable de acero (132) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores; y
en el que cada uno de dichos filamentos de la funda (116) tiene una altura de onda h_s que varía de $2,2 \times d_s$ a $3,9 \times d_s$.
7. Un cable de acero (132) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores; y
35 en el que dicho cable de acero no tiene ensanchado.
8. Un cable de acero (132) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores; y
en el que dicho cable de acero (132) tiene una resistencia a la tracción superior a 2500 MPa, preferentemente
superior a 2700 MPa.
40
9. Una capa de caucho (62) que comprende una pluralidad de cables de acero (132) de acuerdo con una cualquiera
de las reivindicaciones anteriores,
estando dichos cables de acero (132) dispuestos en paralelo uno junto al otro,
teniendo dicha capa de caucho (62) una elevación de la punta inferior a 30 mm.
45
10. Un método de fabricación de un cable de acero (132) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8,
dicho método comprende las siguientes etapas:
i. desenrollar de dos a cuatro filamentos de acero del núcleo (102) de los carretes de suministro (104);
50 ii. guiar dichos filamentos de acero del núcleo (102) a una torsionadora doble (106) que gira en una dirección de
doble retorcido (109);
iii. aplicar un primer retorcido en una primera dirección a dichos filamentos de acero del núcleo (102);
iv. desenrollar de uno a seis filamentos de acero de la funda (116) de los carretes de suministro (118) dentro de
dicha torsionadora doble (106);
55 v. llevar dichos filamentos de acero de la funda (116) junto con dichos filamentos de acero de núcleo retorcidos
(102) en un punto de montaje (113) dentro de dicha torsionadora doble (106);
vi. aplicar un segundo retorcido en una segunda dirección opuesta a dicha primera dirección a dichos filamentos
de acero del núcleo (102) y dichos filamentos de acero de la funda (116) desenroscando así dichos filamentos de
acero del núcleo (102) y girando dichos filamentos de acero de la funda (116) y creando así una estructura de
60 acero retorcida;
vii. guiar dicha estructura retorcida fuera de dicha torsionadora doble (106) a una primera torsionadora falsa (124)
que gira en una dirección (126) opuesta a dicha dirección de doble retorcido (109);
viii. en lo sucesivo guiando dicha estructura retorcida fuera de dicha primera torsionadora falsa (124) a un
segunda torsionadora falsa (128) girando en una dirección (130) igual a dicha dirección de doble retorcido (109)
65 finalizando de ese modo dicho cable de acero (132);
ix. enrollar dicho cable de acero (132) en un carrete de cable (134).

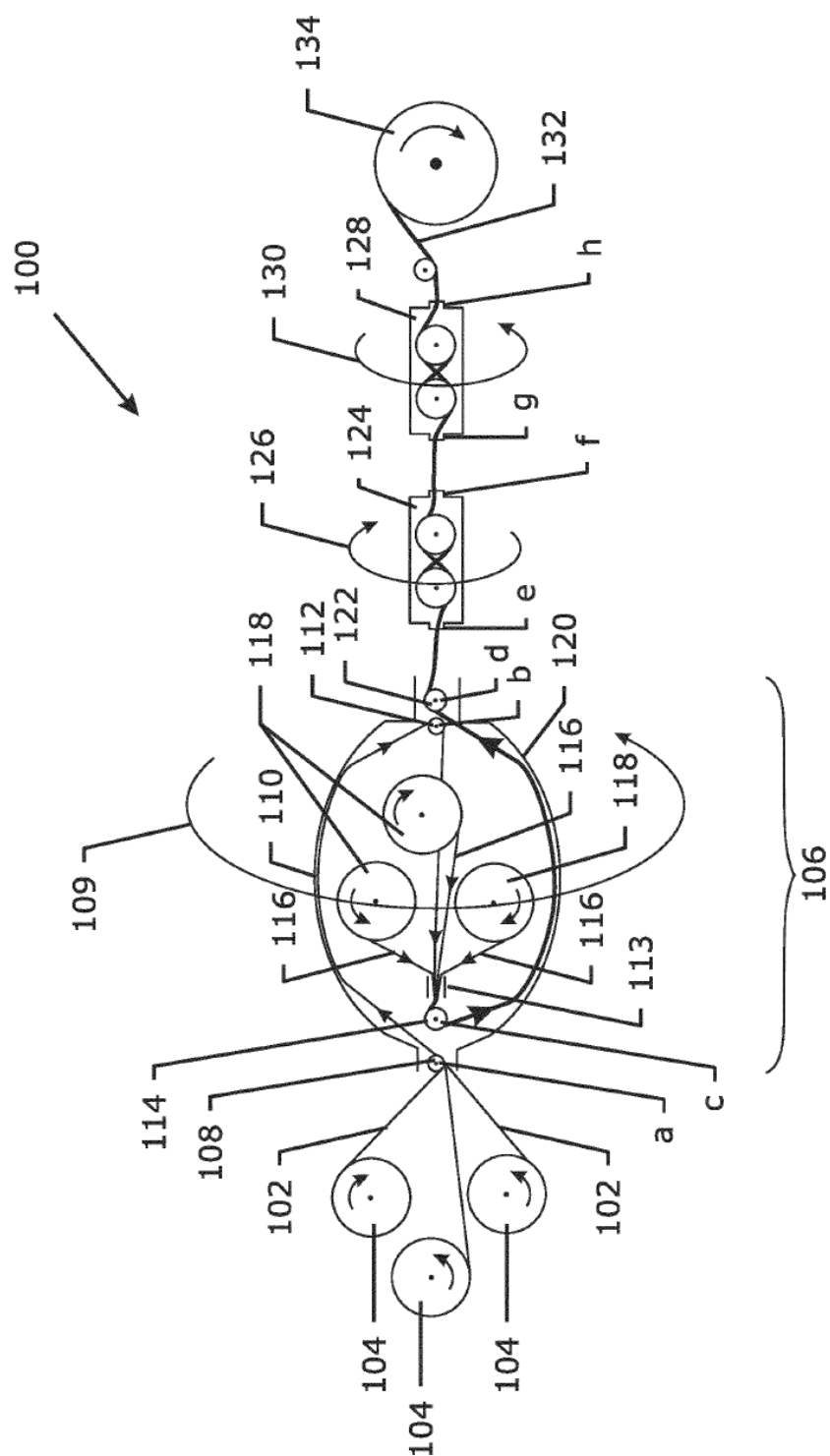


Fig. 1

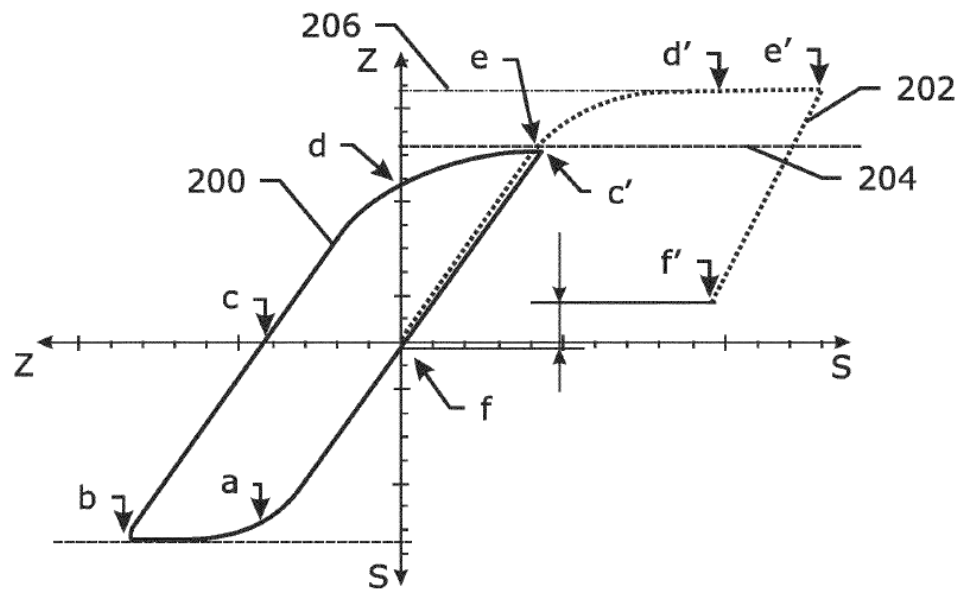


Fig. 2a

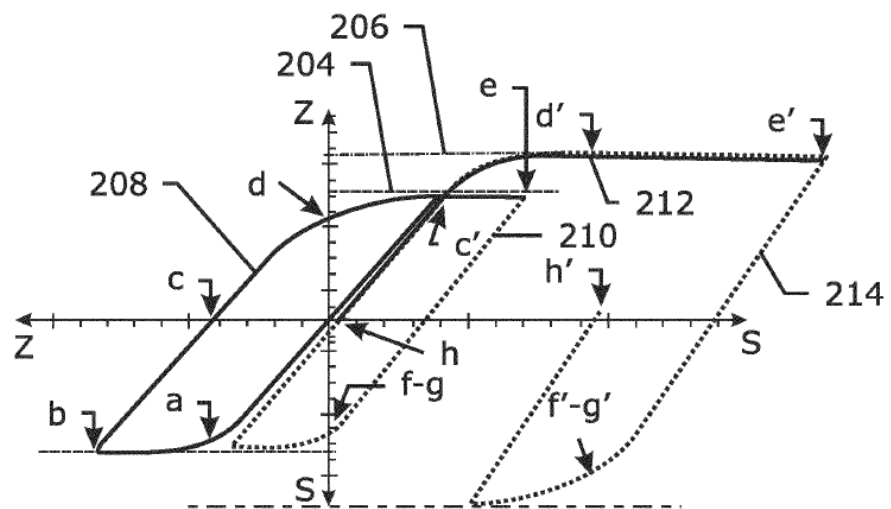


Fig. 2b

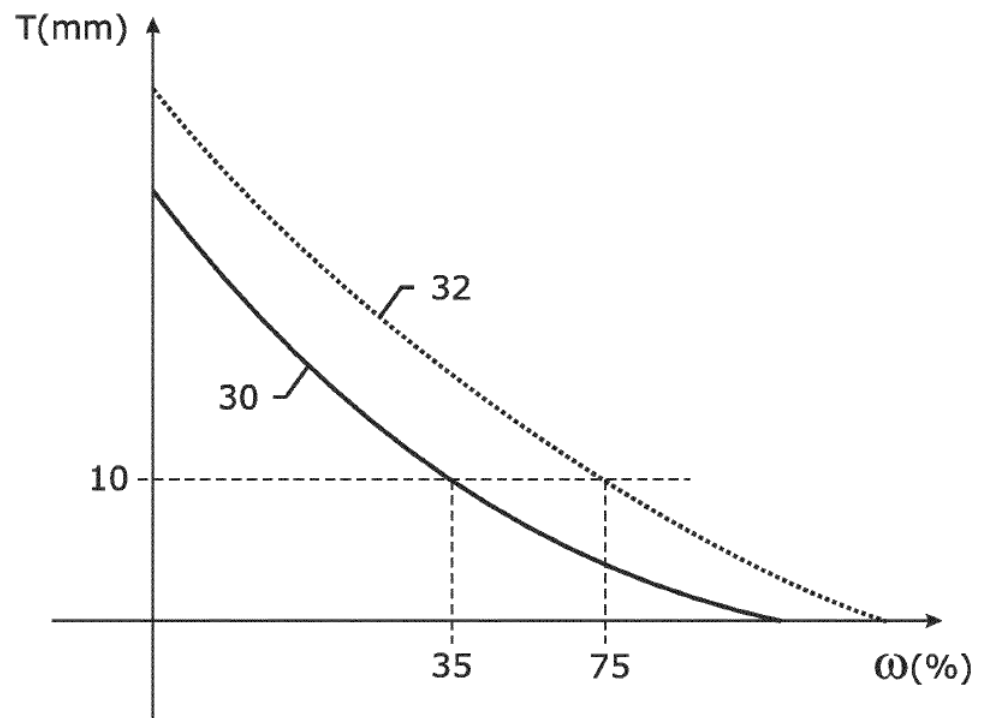
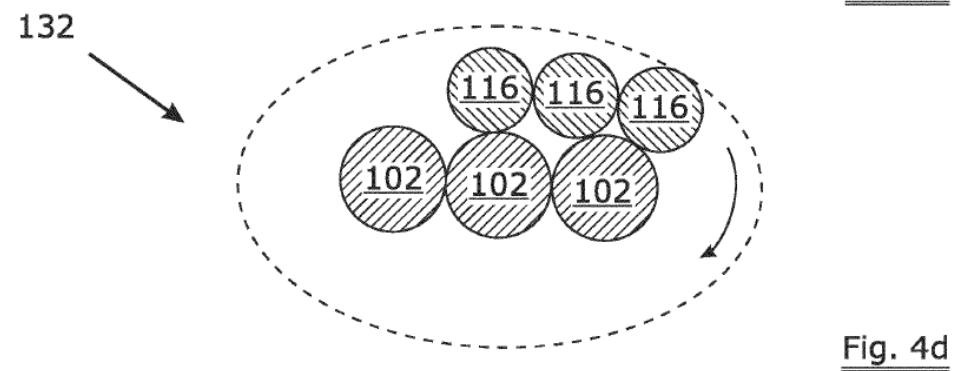
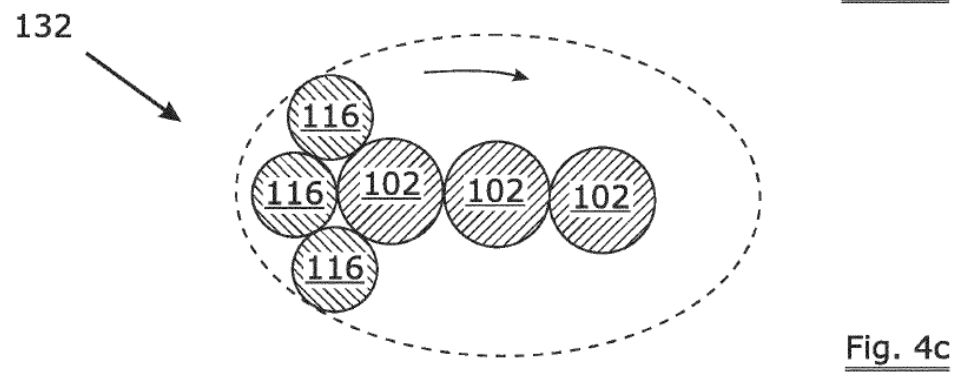
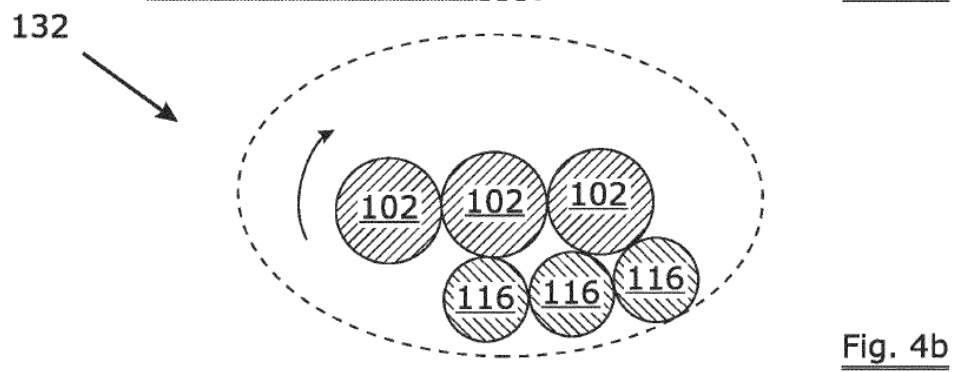
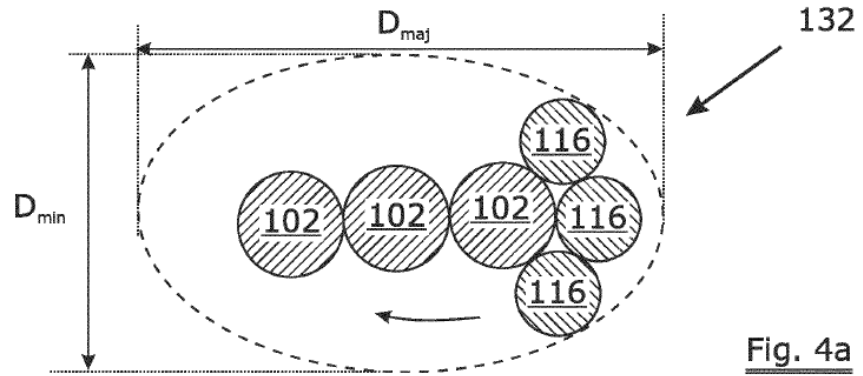


Fig. 3



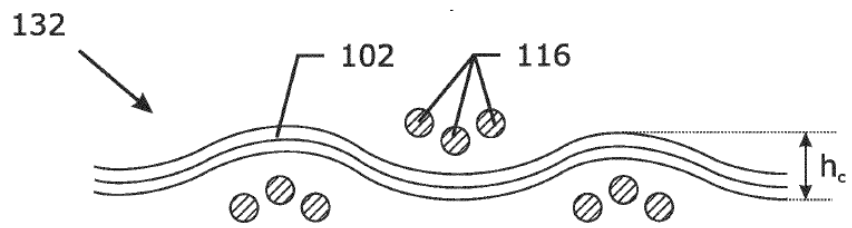


Fig. 5

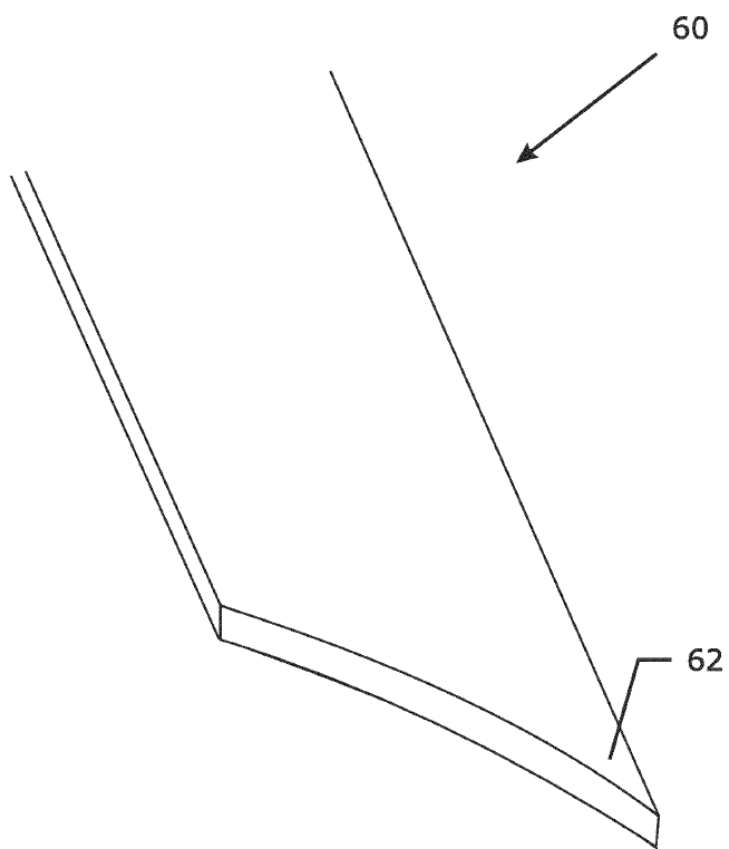


Fig. 6