

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 696 832**

51 Int. Cl.:

B21F 1/02 (2006.01)

D07B 1/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **13.05.2014 PCT/EP2014/059757**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.02.2015 WO15014510**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **13.05.2014 E 14725077 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.08.2018 EP 3027337**

54 Título: **Monofilamento recto para capa de cinturón**

30 Prioridad:

29.07.2013 CN 201310321016

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

18.01.2019

73 Titular/es:

NV BEKAERT SA (100.0%)

**Bekaertstraat 2
8550 Zwevegem, BE**

72 Inventor/es:

ZHANG, AIJUN

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 696 832 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

Monofilamento recto para capa de cinturón

5 Campo técnico

La invención se refiere a un monofilamento para un neumático, y en particular a un monofilamento para el refuerzo de la capa de cinturón del neumático. La presente invención también se refiere a un proceso de fabricación del monofilamento para neumático.

10

Antecedentes de la técnica

Un neumático comprende generalmente: una estructura de carcasa que comprende al menos una capa de carcasa, una banda de rodadura en una posición radialmente externa a la estructura de carcasa y una estructura de cinturón interpuesta entre la estructura de carcasa y la banda de rodadura.

15

El documento de la técnica anterior US4819705A divulga un neumático para vehículos a motor con una baja absorción de caballos. El neumático tiene una estructura de cinturón anular que comprende dos estratos de tejido engomado con cuerdas metálicas que tienen un diámetro de no más de 0,603 mm incrustado en su interior. La distancia recíproca radial entre los centros de las cuerdas opuestas en la dirección radial en la sección transversal del neumático no está por encima de 1 mm. Las cuerdas metálicas pueden ser tres, cuatro o incluso cinco filamentos elementales retorcidos entre sí en una hebra, con cada filamento que tiene un diámetro de 0,12 a 0,25 mm. Como alternativa a las cuerdas metálicas, unos únicos monofilamentos de acero sin retorcer que tienen un diámetro dentro del intervalo indicado antes pueden usarse.

20

25

El documento de la técnica anterior US5858137A divulga además un neumático que no solo mantiene unas excelentes características de manipulación sino que lo hace sin la rotura de filamento inaceptable en las capas de cinturón. El neumático tiene al menos dos capas de cinturón cada una de las cuales comprende un estrato de monofilamentos de acero sustancialmente rectos inclinados en un ángulo de 10 a 30 grados con respecto al plano ecuatorial del neumático. Los monofilamentos de acero se disponen en un conteo terminal que varía desde 25 a 60 extremos por pulgada y cada monofilamento tiene un diámetro de 0,25 a 0,40 mm, una resistencia a la tracción de al menos 4080 MPa-2000xDx95 %, donde D es el diámetro del filamento en milímetros, y una resistencia a la fatiga de al menos 3500 ciclos como se mide por el ensayo de fatiga de flexión de tres rodillos.

30

35

El proceso de fabricación para un monofilamento adecuado para anteriores aplicaciones comprende en primer lugar llevar una varilla de acero al diámetro de filamento deseado, y después enderezar el filamento con una enderezadora de rodillos como se divulga en los documentos JP3151118A o KR20080002263U. Pero este proceso de fabricación tiene inconvenientes, debido a la tensión de flexión residual en el filamento para el proceso de extracción. En primer lugar, la enderezadora de rodillos tiene limitaciones inherentes para proporcionar un monofilamento perfectamente recto ya que la enderezadora de rodillos no puede liberar toda la tensión de flexión en el filamento. En segundo lugar, la sintonización fina de la enderezadora de rodillos lleva tiempo y es costosa debido a la variación de la tensión de flexión en el filamento. En tercer lugar, el resultado del proceso de enderezamiento no puede mantenerse debido a la variación de las tensiones de flexión en los filamentos en producción en masa. Por ejemplo, algunas porciones del monofilamento son rectas mientras que otras porciones están fuera del intervalo.

40

45

El documento DE-T5-11 2011 102 189 divulga un monofilamento de acero que se ha retorcido con un ángulo de retorcimiento que varía de 1° a 15°, por ejemplo de 1° a 6° para reforzar la capa de cinturón de un neumático radial. El proceso de retorcimiento conduce a una resistencia a la fatiga mejorada y rectitud de los alambres de acero.

50

Aunque la técnica anterior previa proporciona neumáticos que comprenden capas de cinturón reforzadas de monofilamento, todavía hay lugar para la mejora en cuanto a la homogeneidad y consistencia de la rectitud de los monofilamentos.

55

Divulgación de la invención

Es un objeto de la presente invención superar los inconvenientes de la técnica anterior.

Es también un objeto de la presente invención proporcionar un monofilamento de acero recto adecuado para el refuerzo de capa de cinturón en un neumático.

60

Es todavía otro objeto de la presente invención obtener un monofilamento de acero con consistencia mejorada con respecto a la rectitud.

65

Es todavía otro objeto de la presente invención obtener un monofilamento de acero donde la rectitud tiene una variación estándar reducida en producción en masa.

Es un objeto adicional de la presente invención proporcionar un proceso simple de fabricación de un monofilamento de acero recto adecuado para el refuerzo de la capa de cinturón en un neumático.

5 De acuerdo con un aspecto de la presente invención, en un monofilamento de acero recto con una sección transversal circular, el monofilamento de acero recto se enrolla en un carrete, el monofilamento de acero recto está disponible para el refuerzo de capa de cinturón en un neumático, dicho monofilamento de acero recto comprende un alambre de acero y un revestimiento de latón sobre el alambre de acero, y el monofilamento de acero se ha sometido a un doble retorcimiento después de la extracción de alambre húmedo y sin enderezamiento y retorcido plásticamente alrededor de su propio eje, la altura de arco del monofilamento de acero recto es menor de 30 mm
10 sobre la longitud del monofilamento de acero recto. La altura de arco se determina primero cortando una longitud del monofilamento entre 40 cm y 45 cm, colocando el monofilamento cortado en una tabla y empujando el monofilamento cortado hacia dos pasadores que se separan 300 mm por lo que el monofilamento forma un arco con una altura y finalmente midiendo la altura. La altura de arco del monofilamento de acero recto sobre la longitud del monofilamento es preferentemente menor de 20 mm. En el contexto de la presente invención, el término "monofilamento" se refiere a una parte metálica alargada con sección transversal circular, que no se retuerce con otros filamentos, pero que puede retorcerse alrededor de su propio eje.

En una realización preferente de la invención, el monofilamento de acero se ha retorcido plásticamente alrededor de su propio eje. Debido al retorcimiento, el alambre de acero obtiene un enredo de superficie que varía entre 0,5 y 15
20 grados, y preferentemente entre 1 y 5 grados. El retorcimiento del monofilamento de acero tiene la ventaja de que elimina variaciones en las tensiones de flexión. Ya que el retorcimiento del monofilamento de acero es sustancialmente constante sobre la longitud del monofilamento de acero, el monofilamento de acero no muestra variaciones muy grandes en las tensiones y por tanto exhibe una rectitud constante mejorada. Por tanto, la media de la altura de arco del monofilamento de acero recto es menor de 20 mm, y preferentemente menor de 10 mm. La desviación típica de la altura de arco del monofilamento de acero recto es menor de 3 mm, y preferentemente menor de 2 mm.

De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, una capa de cinturón de un neumático se refuerza por una pluralidad de monofilamentos paralelos, los monofilamentos se obtienen desde el monofilamento de acero recto que
30 tiene una altura de arco menor de 30 mm.

La pluralidad de monofilamentos paralelos puede retorcerse en diferentes direcciones, y puede incrustarse en la capa de cinturón alternativamente por lo que un monofilamento retorcido en S alterna con un monofilamento retorcido en Z y viceversa.

35 La pluralidad de monofilamentos paralelos puede retorcerse en diferentes direcciones y pueden formar grupos separados en una capa de cinturón. Un tipo de grupos puede contener solo monofilamentos retorcidos en S y otro tipo de grupos puede contener solo monofilamentos retorcidos en Z. Un grupo con monofilamentos retorcidos en S puede alternar con un grupo de monofilamentos retorcidos en Z.

40 La pluralidad de monofilamentos paralelos puede retorcerse en diferentes direcciones y pueden formar grupos separados en una capa de cinturón. Cada grupo puede contener tanto monofilamentos retorcidos en S como monofilamentos retorcidos en Z.

45 De acuerdo con otro aspecto de la presente invención, un neumático comprende una capa de cinturón reforzada por una pluralidad de monofilamentos paralelos con una altura de arco menor de 30 mm.

De acuerdo con todavía otro aspecto de la presente invención, un proceso para fabricar monofilamentos de acero rectos es deformar plásticamente el monofilamento de acero retorciéndolo a lo largo del eje del monofilamento de
50 acero.

La relación R entre el paso de enredo y el diámetro del monofilamento de acero puede variar entre 7 y 240, y preferentemente entre 20 y 120.

55 Breve descripción de las figuras en los dibujos

La Figura 1 ilustra esquemáticamente un proceso y dispositivo para deformar plásticamente el monofilamento de acero retorciéndolo a lo largo del eje del monofilamento de acero.

La Figura 1A ilustra esquemáticamente la dirección de enredo del monofilamento de acero.

60 La Figura 1B ilustra esquemáticamente un proceso y dispositivo para deformar plásticamente el monofilamento de acero por retorcimiento a lo largo del eje del monofilamento de acero.

La Figura 1C ilustra esquemáticamente un proceso y dispositivo para deformar plásticamente el monofilamento de acero por retorcimiento a lo largo del eje del monofilamento de acero.

65 La Figura 2 ilustra esquemáticamente un proceso y dispositivo para deformar plásticamente dos monofilamentos de acero por retorcimiento a largo de sus ejes del monofilamento de acero, y para enrollar los dos filamentos retorcidos en diferentes direcciones en un carrete.

La Figura 3 ilustra esquemáticamente un proceso y dispositivo para deformar plásticamente el monofilamento de acero por retorcimiento a largo del eje del monofilamento de acero, y para enrollar múltiples filamentos retorcidos en las mismas direcciones en un carrete.

La Figura 4 ilustra esquemáticamente una vista en sección transversal de una capa de cinturón reforzada por una pluralidad de monofilamentos de acero rectos paralelos.

La Figura 5 ilustra esquemáticamente una vista en sección transversal de una capa de cinturón reforzada por una pluralidad de monofilamentos de acero rectos paralelos, en los que los monofilamentos de acero se retuercen en la misma dirección.

La Figura 5A ilustra esquemáticamente una vista en sección transversal de una capa de cinturón reforzada por una pluralidad de monofilamentos de acero rectos paralelos, en el que los monofilamentos de acero se retuercen en la misma dirección y se agrupan para incrustarse en la capa de cinturón.

La Figura 6 ilustra esquemáticamente una vista en sección transversal de una capa de cinturón reforzada por una pluralidad de monofilamentos de acero rectos paralelos, en el que los monofilamentos de acero se retuercen en diferentes direcciones y se incrustan en la capa de cinturón alternativamente.

La Figura 7 y la Figura 7A ilustran esquemáticamente una vista en sección transversal de una capa de cinturón reforzada por una pluralidad de monofilamentos rectos de acero paralelos, en el que los monofilamentos de acero se retuercen en diferentes direcciones y se colocan alternativamente en grupos para incrustarse en la capa de cinturón.

La Figura 8 ilustra esquemáticamente una vista en sección transversal de la capa de cinturón reforzada por la pluralidad de monofilamentos de acero rectos paralelos, en el que los monofilamentos de acero se agrupan y retuercen en diferentes direcciones, y grupos de monofilamentos con diferente dirección se incrustan en la capa de cinturón alternativamente.

La Figura 9 ilustra esquemáticamente el método y dispositivo de ensayo para medir la altura de arco de un monofilamento de acero.

La Figura 10 ilustra esquemáticamente el método para medir el ángulo de enredo de superficie del monofilamento de acero.

Modos para llevar a cabo la invención

La Figura 1 ilustra esquemáticamente un proceso y dispositivo para deformar plásticamente el monofilamento de acero por retorcimiento a lo largo del eje del monofilamento de acero. El dispositivo es un aparato de doble retorcimiento 2 para fabricación de una cuerda de acero como se divulga en la técnica anterior del documento GB2098251A. El aparato de doble retorcimiento se menciona a menudo como "agrupador". El aparato de doble retorcimiento 2 comprende dos discos de torsión 15, que se separan y están en oposición entre sí. En los dos discos de torsión 15, una polea 14, 18, 24, 28 se instala. Dos volantes 16 y 26 se conectan al reborde de los dos discos de torsión 15. Un primer filamento 10 se extrae desde el primer carrete 12, pasa sobre la polea 13, 14, pasa además sobre un volante 16 y sobre una polea 18, y finalmente se enrolla en el carrete 19. Un segundo filamento 20 se extrae del segundo carrete 22, pasa sobre las poleas 23 y 24, pasa además sobre un volante 26 y sobre la polea 28 y finalmente se enrolla en el carrete 29. Tanto el primer carrete 12 como el segundo carrete 22 se montan de manera estacionaria dentro del rotor del aparato de doble retorcimiento 2. El volante 16, la polea 14 y la polea 18 constituyen las partes rotativas para el primer filamento 10. En funcionamiento, cuando el volante 16 rota una vuelta, el primer filamento 10 recibe dos rondas de retorcimiento en la misma dirección de rotación del volante 16, una primera en la posición antes de la polea 14 y una segunda en la posición después de la polea 18. Se define la dirección de retorcimiento del filamento mirando desde el lado rotativo al lado estacionario en la posición de retorcimiento. Cuando la parte rotativa rota en la dirección horaria, esta es la dirección S. Por ejemplo, en la posición de retorcimiento antes de la polea 14, la dirección de visionado es desde el lado rotativo, la polea 14, al lado estacionario, la polea 13. Si la dirección rotativa de la polea 14 y el volante 16 es horaria, esta es la dirección S. En la posición de retorcimiento después de la polea 18, la dirección de visionado es desde el lado rotativo, polea 18, al lado estacionario, carrete 19. Si la dirección rotativa de la polea 18 y el volante 16 es horaria, se llama dirección S. De manera similar, el volante 26, polea 24 y polea 28 constituyen las partes rotativas para el segundo filamento 20. Ya que la dirección de visionado para el filamento 20 es diferente de la del filamento 10, el filamento 10 y el filamento 20 se retuercen en una dirección opuesta. Por tanto, el filamento 10 en el carrete 19 se retuerce plásticamente en la dirección opuesta al filamento 20 en el carrete 29.

La Figura 1A ilustra esquemáticamente la dirección de retorcimiento del monofilamento de acero. Cuando el revestimiento de latón en la superficie del monofilamento de acero se retira químicamente, unas líneas de extracción, que tienen la forma de finas hendiduras en la superficie del monofilamento de acero, divulgan la dirección de retorcimiento del monofilamento de acero. En la vista ampliada, el segmento del filamento 10 se coloca en la dirección perpendicular a los ojos en un plano, mientras las líneas de extracción 25 en la superficie del filamento 10 se extienden desde la izquierda superior a la derecha inferior. Se llama filamento 10 en la dirección S. En comparación, las líneas de extracción 25 en la superficie del filamento 20 se extienden desde la derecha superior a la izquierda inferior. Se llama filamento 20 en la dirección Z.

El proceso ilustrado en la Figura 1 tiene una doble ventaja: en primer lugar, con cada rotación de los volantes, dos rotaciones o enredos se proporcionan a los filamentos.

En segundo lugar dos filamentos de acero se retuercen por separado y simultáneamente. En comparación con un aparato de único retorcimiento, con solo un carrete de suministro y un carrete para el enrollamiento, existe una salida cuádruple.

5 El resultado del proceso de la Figura 1 es una primera forma de empaquetado de un monofilamento de acero recto de acuerdo con la invención: cada carrete contiene un único monofilamento de acero recto retorcido.

La Figura 1B ilustra esquemáticamente un proceso y dispositivo para deformar plásticamente monofilamentos de acero por retorcimiento a lo largo del eje del monofilamento de acero. El aparato de doble retorcimiento 2 es casi el mismo que se ilustra en la Figura 1, con la diferencia que descansa en que los volantes 16 y 26, que se conectan al reborde de los dos discos de torsión 15, se retiran. En este caso, el primer filamento 10 se extrae desde el primer carrete 12, pasa sobre la polea 13, 14, el reborde del disco de torsión 15 en un lado, el reborde del disco de torsión 15 en el otro lado, la polea 18 y finalmente se enrolla en el carrete 19. El segundo filamento 20 se extrae del segundo carrete 22, pasa sobre las poleas 23 y 24, el reborde del disco de torsión 15 en un lado, el reborde del disco de torsión 15 en el otro lado, la polea 28 y finalmente se enrolla en el carrete 29. Ya que el filamento 10 y 20 van a través de las rutas similares como se ilustra en la Figura 1, el filamento 10 en el carrete 19 se retuerce plásticamente en la dirección opuesta al filamento 20 en el carrete 29.

La Figura 1C ilustra esquemáticamente un proceso y dispositivo para deformar plásticamente el monofilamento de acero por retorcimiento a lo largo del eje del monofilamento de acero. El aparato de doble retorcimiento 2 es similar al ilustrado en la Figura 1, aunque las diferencias descansan en que el monofilamento 10 se suministra desde el exterior del aparato 2 y el monofilamento acabado 10 se enrolla en el carrete 19, accionado por un sistema de recogida (no se muestra), dentro del aparato 2. Debido al espacio limitado dentro del aparato 2, puede haber solo un conjunto de sistema de recogida como se ilustra en la Figura 1C. En esto caso, el primer filamento 10 se extrae del primer carrete 12, pasa sobre la polea 17, 18, pasa además sobre el volante 16 y sobre la polea 13, 14 y finalmente se enrolla en el carrete 19.

La Figura 2 ilustra esquemáticamente un proceso y dispositivo para deformar plásticamente los monofilamentos de acero por retorcimiento a lo largo de los ejes de los monofilamentos de acero, y para enrollar los dos filamentos retorcidos en diferentes direcciones en un carrete. Los filamentos 10 y 20, y el aparato de doble retorcimiento 2 son iguales como se ilustra en la Figura 1. La diferencia descansa en que el segundo filamento 20 se guía por una serie de poleas 21 a enrollar en el mismo carrete 19 que el primera filamento 10. Ya que la dirección de retorcimiento del filamento 10 es diferente de la del filamento 20, el carrete 19 se rellena con dos filamentos con diferentes direcciones de retorcimiento enrollados de cerca entre sí de acuerdo con la técnica anterior del documento WO03/076342A1.

El resultado del proceso de la Figura 2 es una segunda forma de empaquetar monofilamentos de acero rectos de acuerdo con la invención: cada carrete contiene dos monofilamentos de acero rectos retorcidos, uno retorcido en S, el otro retorcido en Z.

La Figura 3 ilustra esquemáticamente un proceso y dispositivo para deformar plásticamente el monofilamento de acero por retorcimiento a lo largo del eje del monofilamento de acero, y para enrollar múltiples filamentos retorcidos en las mismas direcciones en un carrete. Los filamentos 10 y 20, y el aparato de doble retorcimiento 2 son iguales que el ilustrado en la Figura 1. La diferencia descansa en que múltiples aparatos de doble retorcimiento 2 están dispuestos en paralelo y rotan en la misma dirección. Todos los filamentos 10 retorcidos en una dirección de retorcimiento se guían por una serie de poleas 31 a enrollar en el carrete 19, mientras que todos los filamentos 20 retorcidos en dirección opuesta se guían sobre poleas 32 y se enrollan en el carrete 29. Los filamentos pueden enrollarse de cerca entre sí en el carrete de acuerdo con la técnica anterior del documento WO03/076342A1. Ya que múltiples monofilamentos de acero con la misma dirección de enredo pueden enrollarse en un carrete, el índice de llenado del carrete se incrementa por momentos, y esto también ayuda a ahorrar espacio de la operación de calandrado en el proceso de formación de capa de cinturón.

El proceso ilustrado en la Figura 3 conduce a una tercera forma de empaquetado de monofilamentos rectos de acuerdo con la invención: cada carrete contiene una pluralidad de monofilamentos rectos retorcidos en la misma dirección: todos S o todos Z.

Una mejora adicional en el proceso y aparato (no se muestra) es combinar el aparato de doble retorcimiento paralelo 2 en la Figura 3 y la serie de poleas 21 en la Figura 2, y llenar el carrete 19 con múltiples monofilamentos de acero con diferentes direcciones de retorcimiento alternativamente dispuestos cerca entre sí.

La Figura 4 ilustra esquemáticamente una vista en sección transversal de una capa de cinturón reforzada por una pluralidad de monofilamentos de acero rectos paralelos. La capa de cinturón 40 se refuerza por una pluralidad de monofilamentos de acero rectos paralelos 42. Ya que en esta realización no se hace distinción en cuanto a la dirección de retorcimiento de los monofilamentos, los carretes de los procesos ilustrados en las Figuras 1, 2 y 3 son todos adecuados para esta aplicación.

La Figura 5 ilustra esquemáticamente una vista en sección transversal de una capa de cinturón reforzada por una pluralidad de monofilamentos de acero rectos paralelos, en el que los monofilamentos de acero se retuercen en la misma dirección. La capa de cinturón 50 se refuerza por una pluralidad de monofilamentos de acero rectos paralelos 52, y los monofilamentos de acero 52 se retuercen en la misma dirección. Los monofilamentos de acero 52 pueden suministrarse por los carretes en la Figura 1 en el que los carretes contienen monofilamentos de acero 52 con la misma dirección de retorcimiento. Para ahorrar espacio de calandrado, los monofilamentos de acero 52 con la misma dirección de retorcimiento pueden suministrarse por los carretes en la Figura 3, en el que el carrete contiene múltiples monofilamentos de acero 52 con la misma dirección de enredo.

La Figura 5A ilustra esquemáticamente una vista en sección transversal de una capa de cinturón reforzada por una pluralidad de monofilamentos de acero rectos paralelos, en el que los monofilamentos de acero se retuercen en la misma dirección y se agrupan para incrustarse en la capa de cinturón. La capa de cinturón 50 se refuerza por una pluralidad de monofilamentos de acero rectos paralelos 52, y los monofilamentos de acero 52 se retuercen en la misma dirección. Cada dos monofilamentos de acero 52 se agrupan además juntos como un grupo a incrustar en la capa de cinturón 50. Los monofilamentos de acero 52 con la misma dirección de enredo pueden suministrarse mediante los carretes en la Figura 3, en el que el carrete contiene múltiples monofilamentos de acero 52 con la misma dirección de enredo.

La Figura 6 ilustra esquemáticamente una vista en sección transversal de una capa de cinturón reforzada por una pluralidad de monofilamentos de acero rectos paralelos, en el que los monofilamentos de acero se retuercen en direcciones diferentes y se incrustan en la capa de cinturón alternativamente. La capa de cinturón 60 se refuerza por una pluralidad de monofilamentos de acero rectos paralelos 62 y 64. Los monofilamentos de acero 62 y 64 se retuercen plásticamente en diferentes direcciones y se incrustan en la capa de cinturón 60 alternativamente. Por ejemplo, un monofilamento de acero retorcido en S 62 alterna con un monofilamento retorcido en Z 64 y viceversa.

La Figura 7 y la Figura 7A ilustran esquemáticamente una vista en sección transversal de una capa de cinturón reforzada por una pluralidad de monofilamentos de acero rectos paralelos, en el que los monofilamentos de acero se retuercen en diferentes direcciones y se agrupan para incrustarse en la capa de cinturón. La capa de cinturón 70 se refuerza por una pluralidad de monofilamentos de acero rectos paralelos 72 y 74. Los monofilamentos de acero 72 y 74 se retuercen en diferentes direcciones y se agrupan para incrustarse en la capa de cinturón 70. Por ejemplo, un monofilamento de acero retorcido en S 72 se alterna con un monofilamento retorcido en Z 74 y viceversa.

La Figura 8 ilustra esquemáticamente una vista en sección transversal de la capa de cinturón reforzada por una pluralidad de monofilamentos de acero rectos paralelos, en el que los monofilamentos de acero se agrupan y retuercen en diferente dirección, y grupos de monofilamentos con diferente dirección se incrustan en la capa de cinturón alternativamente. La capa de cinturón 80 se refuerza por una pluralidad de monofilamentos de acero rectos paralelos 82 y 84. Los monofilamentos de acero 82 y 84 se retuercen en diferente dirección, y el grupo de monofilamentos de acero 82 y el grupo de monofilamentos de acero 84 se incrustan alternativamente en la capa de cinturón 80. Por ejemplo, un grupo de monofilamentos de acero retorcidos en S 82 alterna con un grupo de monofilamentos de acero retorcidos en Z 84 y viceversa.

En general, los monofilamentos de acero de la presente invención tienen una buena calidad en la rectitud: existe una altura de arco reducida, y el nivel de rectitud es más consistente y constante sobre la longitud del monofilamento de acero y sobre diversos monofilamentos de acero diferentes. Esto es así porque la deformación de enredo plástica elimina las diferencias en tensión superficial por lo que la altura de arco de los monofilamentos de acero puede mantenerse en un intervalo adecuado para el refuerzo de capa de cinturón, es decir en un intervalo por debajo de 30 mm. Por tanto, la diferencia de dirección de enredo de los monofilamentos de acero no debería conducir a problemas de calidad de calandrado en el proceso de realización de capa de cinturón. Para hacerlo seguro, se recomienda el uso de los enfoques antes mencionados para disponer los monofilamentos de acero en la capa de cinturón por dos motivos. En primer lugar, los monofilamentos de acero con diferente dirección de retorcimiento pueden además neutralizar los efectos desde diferencias de tensión superficial en monofilamentos de acero para la capa de cinturón para evitar problemas de proceso o calidad. En segundo lugar, múltiples monofilamentos de acero pueden agruparse y enrollarse en un carrete como se divulga en las Figuras 2 y 3, para ahorrar espacio y tiempo de configuración para la operación de calandrado, ya que menos carretes se usan. Mientras tanto, más monofilamentos de acero pueden incrustarse en la capa de cinturón con la misma anchura para incrementar la resistencia de la capa de cinturón, porque el hueco entre monofilamentos en el mismo grupo es normalmente menor que el de los distribuidos de manera uniforme como se ilustra en las Figuras 4, 5 y 6.

La altura de arco es un parámetro para verificar la desviación desde la rectitud del monofilamento de acero midiendo la "altura de arco" sobre una "longitud de cuerda" definida. La Figura 9 ilustra esquemáticamente un método y dispositivo para medir la altura de arco del monofilamento de acero. El dispositivo de ensayo 90 comprende una tabla 92, en la que dos pasadores 94 se ajustan a 300 mm midiendo desde el centro del pasador, y una escala 96 en el medio de los dos pasadores 94 con la escala "0" coincide con la línea tangencial de los dos pasadores 94. El método de ensayo incluye las etapas de, en primer lugar cortar un espécimen 98 de monofilamento de acero entre 40 y 45 cm, en segundo lugar colocar el espécimen 98 en la tabla 92 y empujar el espécimen 98 hacia los dos pasadores 94, y finalmente leer la figura en la escala 96 en el punto más alto del arco cuando el espécimen 98 toca

los dos pasadores 94. La figura en la escala 96 en el punto más alto del arco del espécimen 98 es la altura de arco del monofilamento de acero. En algunos casos, debido a la gran diferencia de tensión superficial en el monofilamento de acero, el espécimen puede curvarse en un círculo con diámetro menor de 300 mm. En este tipo de casos, la altura de arco del monofilamento de acero es más de 150 mm. Otra situación a apreciar es que cuando se desenrolla el filamento sobre el reborde del carrete, una torsión o enredo se crea en el filamento si el carrete se fija. Existirá un retorcimiento por un desenrollamiento de 360 grados del filamento. Como consecuencia, para un carrete completo existen menos retorcimientos que para un carrete casi vacío ya que la longitud de un filamento necesario para realizar un desenrollamiento de 360 grados es mayor para un carrete completo que para un carrete vacío. El documento *Statistical Process Control (SPC) reference manual* de Chrysler Corporation, Ford Motor Company y General Motors Corporation proporciona las directrices sobre cómo muestrear y calcular la desviación típica y media de la altura de arco.

El ángulo de enredo superficial es el ángulo formado por las líneas de extracción en el alambre de acero con respecto al eje del alambre de acero. Las líneas de extracción del alambre de acero son imperfecciones debido al proceso de extracción y por ejemplo tienen la forma de finas hendiduras en la superficie del alambre de acero tras la extracción. El parámetro de ángulo de enredo superficial es para caracterizar la deformación de enredo plástica del monofilamento de acero. La Figura 10 ilustra esquemáticamente un método para medir el ángulo de enredo superficial de un monofilamento de acero. En primer lugar, el revestimiento de latón del monofilamento de acero debería retirarse para descubrir los arañazos del proceso de extracción húmedo en la superficie del monofilamento de acero. La preparación de una solución de raspado de 1 litro para retirar revestimiento de latón comprende las etapas de pesar 16 gramos de $(\text{NH}_4)_2\text{S}_2\text{O}_8$ en un vaso de precipitados de 600 ml y disolver en 400 ml de agua desmineralizada, transfiriendo cuantitativamente a un matraz volumétrico de 1 litro, añadir 120 ml de NH_3 $d = 0,91$, llenar hasta la marca con agua desmineralizada y agitar bien. El proceso para preparar el espécimen de ensayo incluye las etapas de cortar un espécimen del monofilamento de acero en longitud de alrededor de 50 mm, disolver el espécimen en la solución de raspado durante 5 minutos para retirar el revestimiento de latón y secar el espécimen para la siguiente etapa. En segundo lugar, una foto del espécimen se toma en un Electro-Microscopio de Escaneo con una relación de ampliación de 500x. En la foto, con el tamaño de aproximadamente $500 \mu\text{m} \times 400 \mu\text{m}$, el espécimen debería ubicarse en el centro, y el borde del espécimen debería ser paralelo al borde de la foto. En tercer lugar, el ángulo de enredo superficial se mide en la foto con un software de procesamiento de imagen, *analySIS* versión 5.1 copyright 1986-2009 de Olympus Soft Imaging Solutions GmbH. La Figura 10 ilustra esquemáticamente la medición del ángulo de enredo superficial. El proceso comprende las siguientes etapas de, primero, dibujar un rectángulo 102 usando el botón funcional "Rectángulo" en la foto 100 y asegurarse de que la línea 104 de aproximadamente $400 \mu\text{m}$ de longitud se ubica en el área central del espécimen 101, es decir $\pm 20 \%$ del diámetro del espécimen 101 desde la línea central del espécimen 101. Ya que la línea 104 siempre es paralela al borde de la foto 100, y el borde 103 del espécimen es paralelo al borde de la foto, la línea 104 es paralela al borde 103 del espécimen y la línea central (no se muestra) del espécimen 101. En segundo lugar medir el ángulo de enredo superficial usando el botón funcional "Ángulo de 4 puntos" para dibujar una línea recta 106 que encaja una de las líneas de extracción en el área central del espécimen 101, para dibujar una línea recta 108 que encaja la línea 104, y el software proporcionará la clasificación del ángulo agudo A entre la línea 106 y la línea 108, que es el ángulo de enredo superficial del monofilamento de acero.

Una composición de acero típica del monofilamento de acero para refuerzo de goma tiene un contenido de carbono mínimo de 0,65 %, un contenido de manganeso que varía de 0,40 % a 0,70 %, un contenido de silicio que varía de 0,15 % a 0,30 %, un contenido de azufre máximo de 0,03 %, un contenido de fósforo máximo de 0,30 %, todos los porcentajes siendo porcentajes en peso. Los elementos como el cobre, níquel y/o cromo pueden estar presentes en trazas o en cantidades que varían hasta 0,4 % en peso. Una composición de acero típica para un monofilamento de acero de alta resistencia a la tracción tiene un contenido de carbono mínimo de alrededor de 0,80 % en peso, por ejemplo 0,78 a 0,82 % en peso.

El monofilamento de acero se fabrica de acuerdo con las siguientes etapas desde una varilla de alambre con la anterior composición. La varilla de alambre primero se limpia con un desescamado mecánico y/o decapado químico en una solución H_2SO_4 o HCl para retirar los óxidos presentes en la superficie. La varilla de alambre se aclara entonces en agua y se seca. La varilla de alambre secada se somete entonces a una primera serie de operaciones de extracción seca para reducir el diámetro original, por ejemplo aproximadamente 5,5 mm a 8 mm, hasta un primer diámetro intermedio.

En este primer diámetro intermedio d_1 , por ejemplo a aproximadamente 3,0 a 3,5 mm, el monofilamento de acero extraído seco se somete a un primer tratamiento de calor intermedio, llamado patentado. El patentado significa primero austenizar hasta una temperatura de aproximadamente 1000 °C seguido por una fase de transformación desde austenita a perlita a una temperatura de aproximadamente 600 a 650 °C. El monofilamento de acero está entonces listo para una deformación mecánica adicional.

Después el monofilamento de acero se extrae 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 normalmente de 1,0 mm a 2,5 mm.

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

5 Si la reducción total en la primera y segunda etapa de extracción seca no es una operación de extracción directa demasiado grande puede realizarse desde la varilla de monofilamento hasta el diámetro d_2 .

Tras este segundo tratamiento de patentado el monofilamento de acero se proporciona normalmente con un revestimiento de latón: el cobre se chapa en el monofilamento de acero y el zinc se chapa en el cobre. Un
10 tratamiento de termodifusión se aplica para formar el revestimiento de latón.

El monofilamento de acero revestido de latón se somete entonces a una serie final de reducciones de sección transversal mediante unas máquinas de extracción en húmedo El producto final es un monofilamento de acero con un contenido de carbono sobre 0,60 por ciento en peso, con una resistencia a la tracción normalmente superior a
15 2000 MPa y adaptado para el refuerzo de productos elastoméricos.

Los monofilamentos de acero adaptados para refuerzo de goma tienen normalmente un diámetro final que varía de 0,05 mm y 0,60 mm, por ejemplo de 0,10 mm a 0,40 mm. Los ejemplos de diámetros de monofilamento son
20 0,10 mm, 0,12 mm, 0,15 mm, 0,175 mm, 0,18 mm, 0,20 mm, 0,22 mm, 0,245 mm, 0,28 mm, 0,30 mm, 0,32 mm, 0,35 mm, 0,38 mm, 0,40 mm.

El monofilamento de acero se procesa además de acuerdo con el proceso y el dispositivo ilustrado por la Figura 1, 2
25 o 3, para deformar plásticamente el monofilamento de acero por un retorcimiento a lo largo del eje del monofilamento de acero.

Un ensayo de comparación en altura de arco y ángulo de enredo superficial en monofilamento de acero desde diferentes procesos divulga los siguientes datos.

Procesos	Altura de arco	Ángulo de enredo superficial
WWD	>50 mm	No aplicable
WWD + enderezadora de rodillos	30-40 mm	No aplicable
WWD + deformación de enredo plástica (presente invención)	<30 mm	1 a 5 grados

30 "WWD" significa que el monofilamento de acero está terminado desde un proceso de extracción en húmedo sin ningún proceso de enderezamiento, en el que la altura de arco del monofilamento de acero siempre es superior a 50 mm debido a la tensión superficial desigual del monofilamento desde el proceso de extracción de alambre en húmedo, y el ángulo de enredo superficial no es aplicable porque el monofilamento de acero no tiene ninguna
35 deformación de enredo plástica. "WWD + enderezadora de rodillos" significa que el monofilamento de acero se termina primero desde el proceso de extracción en húmedo, y segundo, se endereza por una enderezadora de rodillos, en el que la altura de arco del monofilamento de acero está entre 30 mm y 40 mm porque la flexión consecutiva entre rodillos libera algo de tensión superficial del monofilamento, y el ángulo de enredo superficial no es aplicable porque el monofilamento de acero no tiene ninguna deformación de enredo plástica. "WWD +
40 deformación de enredo plástica" significa que el monofilamento de acero se termina primero desde un proceso de extracción en húmedo y segundo se endereza por una deformación de enredo plástica como se divulga por la presente invención, en el que la altura de arco del monofilamento de acero es menor de 30 mm porque la deformación de enredo plástica controla la diferencia de tensión superficial del monofilamento de acero, y el ángulo de enredo superficial está entre 1 y 5 grados. Ya que la altura de arco del monofilamento de acero de acuerdo con la
45 presente invención es menor de 30 mm, esto es adecuado para el refuerzo de capa de cinturón de un neumático.

Cuatro conjuntos de ensayo de la altura de arco en monofilamentos de acero rectos desde diferentes procesos también confirman que la presente invención es estable al controlar la altura de arco del monofilamento de acero recto.

procesos	Altura de arco (en mm)			
	Máxima	Mínima	Media	Desviación típica
WWD+enderezadora de rodillos 1	38	12	25	7
WWD+enderezadora de rodillos 2	34	6	20	7
WWD+deformación de enredo plástica (presente invención) 1	21	13	17	1,5
WWD+deformación de enredo plástica (presente invención) 2	13	8	10	1,4

50 En el anterior ensayo, aunque la altura de arco de algunas porciones del monofilamento de acero desde el proceso "WWD + enderezadora de rodillos" puede ser menor de 30 mm, siempre existen porciones en el mismo monofilamento de acero donde la altura de arco es más de 30 mm, porque la enderezadora de rodillos no puede liberar toda la tensión superficial en el filamento y la desviación típica de la altura de arco es tan grande como 7 mm.
55 Al contrario, la presente invención "WWD + deformación de enredo plástica" proporciona un enredo constante sobre

la longitud del monofilamento de acero, lo que reduce sustancialmente las variaciones en las tensiones y por tanto exhibe una rectitud constante mejorada con desviación típica de la altura de arco tan pequeña como 1,5 mm.

5 La rectitud de un monofilamento de acero no retorcido depende de la distribución de la tensión superficial en el monofilamento de acero. Normalmente el monofilamento desde el proceso de extracción en húmedo tiene una altura de arco grande porque la tensión superficial en el monofilamento de acero se distribuye de manera desigual, es decir la tensión superficial en un lado es mayor que la del lado opuesto y el monofilamento de acero se curva en una forma de arco para reflejar la diferencia en tensión superficial. La enderezadora de rodillos puede eliminar parcialmente la diferencia de tensión superficial por una flexión consecutiva. Por tanto, la altura de arco del monofilamento de acero desde "WWD + enderezadora de rodillos" es menor que desde "WWD". Pero la enderezadora de rodillos tiene sus límites. En primer lugar, la enderezadora de rodillos tiene el límite de proporcionar un monofilamento perfectamente recto porque la enderezadora de rodillos no puede liberar toda la tensión superficial en el filamento. En segundo lugar, la sintonización fina de la enderezadora de rodillos lleva tiempo y es costosa debido a la variación de tensión de flexión en el filamento. En tercer lugar, el resultado del proceso de enderezado no puede mantenerse debido a la variación de tensión de flexión en el filamento en producción en masa. Por ejemplo, algunas porciones del monofilamento son rectas mientras que otras porciones están fuera de intervalo. La presente invención usa deformación de enredo plástica para cambiar fundamentalmente la tensión superficial controlar o incluso eliminar la diferencia en la tensión superficial en el monofilamento de acero a un intervalo aceptable, y finalmente proporciona un monofilamento de acero recto con una altura de arco menor de 30 mm. Para mantener un buen resultado de rectitud, sin socavar la otra propiedad del monofilamento de acero para el refuerzo del neumático, por ejemplo, la resistencia a la tracción y fatiga, existen límites en la deformación de enredo plástica.

25 El ángulo de enredo superficial debería ser más de 0,5 grados, y preferentemente más de 1 grado, para asegurarse de que existe suficiente deformación de enredo plástica en el monofilamento de acero para controlar la diferencia de tensión superficial y proporcionar un monofilamento de acero recto con una altura de arco menor de 30 mm. Por otro lado, el ángulo de enredo superficial debería ser menor de 15 grados, y preferentemente menor de 5 grados, para asegurarse de que la deformación de enredo plástica no socava finalmente la otra propiedad del monofilamento de acero para refuerzo de neumáticos, por ejemplo, la resistencia a la tracción y la fatiga. Por consiguiente, la relación R entre el paso de enredo y el diámetro del monofilamento de acero está entre 7 y 240, y preferentemente entre 20 y 120. En una realización, un monofilamento de acero con un diámetro de 0,30 mm se retuerce plásticamente en un aparato de doble retorcimiento 2 como se ilustra en la Figura 1, con un paso de retorcimiento de 20 mm. Cuando el rotor del aparato 2 rota a una velocidad de 6000 vueltas por minuto, la velocidad del proceso del monofilamento de acero es 240 metros por minuto. En comparación con la técnica anterior, la presente invención proporciona una solución simple con un aparato existente para fabricar un monofilamento de acero recto adecuado para el refuerzo de neumáticos con una alta velocidad para producción en masa.

REIVINDICACIONES

1. Un monofilamento de acero recto (10, 20) con sección transversal circular, dicho monofilamento de acero recto enrollándose en un carrete, dicho monofilamento de acero recto estando disponible para el refuerzo de capa de cinturón (40, 50, 60, 70, 80) de un neumático, dicho monofilamento de acero recto que comprende un alambre de acero y un revestimiento de latón sobre dicho alambre de acero, caracterizado por que dicho monofilamento de acero recto se ha retorcido plásticamente alrededor de su propio eje mediante el retorcimiento doble tras la extracción de alambre en húmedo y sin enderezamiento de rodillos, la altura de arco del monofilamento de acero recto (10, 20) es menor de 30 mm sobre la longitud del monofilamento de acero recto, la altura de arco determinándose cortando primero una longitud de dicho monofilamento entre 40 cm y 45 cm, colocando dicho monofilamento cortado en una tabla (92) y empujando dicho monofilamento cortado hacia dos pasadores (94) que se separan 300 mm, por lo que dicho monofilamento (10, 20) forma un arco con una altura y finalmente midiendo dicha altura.
2. Un monofilamento de acero recto (10, 20) como se reivindica en la reivindicación 1, caracterizado por que la altura de arco del monofilamento de acero recto (10, 20) es menor de 20 mm, sobre la longitud del filamento.
3. Un monofilamento de acero recto (10, 20) como se reivindica en la reivindicación 1, caracterizado por que la media de altura de arco del monofilamento de acero recto (10, 20) es menor de 20 mm, determinándose la media de acuerdo con las directrices del manual de referencia del Control de Proceso Estadístico de la Chrysler Corporation, Ford Motor Company y General Motors.
4. Un monofilamento de acero recto (10, 20) como se reivindica en la reivindicación 3, caracterizado por que la media de la altura de arco del monofilamento de acero recto (10, 20) es menor de 10 mm.
5. Un monofilamento de acero recto (10, 20) como se reivindica en la reivindicación 1, caracterizado por que la desviación típica de la altura de arco del monofilamento de acero recto (10, 20) es menor de 3 mm, la desviación típica determinándose de acuerdo con las directrices del manual de referencia del Control de Proceso Estadístico de la Chrysler Corporation, Ford Motor Company y General Motors.
6. Un monofilamento de acero recto (10, 20) como se reivindica en la reivindicación 5, caracterizado por que la desviación típica de altura de arco del monofilamento de acero recto (10, 20) es menor de 2 mm.
7. Un monofilamento de acero recto (10, 20) como se reivindica en la reivindicación 1, caracterizado por que dicho monofilamento de acero recto tiene un ángulo de enredo superficial que varía de 0,5 a 15 grados.
8. Un monofilamento de acero recto (10, 20) como se reivindica en la reivindicación 7, caracterizado por que el ángulo de enredo superficial de dicho monofilamento de acero recto está entre 1 y 5 grados.
9. Una capa de cinturón (40, 50, 60, 70, 80) de un neumático, caracterizada por que la capa de cinturón se refuerza por una pluralidad de monofilamentos paralelos, dicha pluralidad de monofilamentos paralelos se retuerce individualmente en la misma dirección, y se incrustan en una capa de cinturón (40, 50, 60, 70, 80), dichos monofilamentos se toman desde un monofilamento de acero recto (10, 20) de acuerdo con la reivindicación 1.
10. Una capa de cinturón (40, 50, 60, 70, 80) de un neumático, caracterizada por que la capa de cinturón se refuerza por una pluralidad de monofilamentos paralelos, dicha pluralidad de monofilamentos paralelos se enredan individualmente en diferentes direcciones, y se incrustan alternativamente en la capa de cinturón por lo que un monofilamento retorcido en S alterna con un monofilamento retorcido en Z y viceversa, dichos monofilamentos se toman desde un monofilamento de acero recto (10, 20) de acuerdo con la reivindicación 1.
11. Una capa de cinturón (40, 50, 60, 70, 80) de un neumático, caracterizada por que la capa de cinturón se refuerza por una pluralidad de monofilamentos paralelos, dicha pluralidad de monofilamentos paralelos se retuercen individualmente en diferentes direcciones, los monofilamentos retorcidos en S que forman primeros grupos y los monofilamentos retorcidos en Z que forman segundos grupos, un primer grupo que alterna con un segundo grupo y viceversa, dichos monofilamentos se toman desde un monofilamento de acero recto (10, 20) de acuerdo con la reivindicación 1.
12. Una capa de cinturón (40, 50, 60, 70, 80) de un neumático, caracterizada por que la capa de cinturón se refuerza por una pluralidad de monofilamentos paralelos, dicha pluralidad de monofilamentos paralelos se retuerce individualmente en diferentes direcciones y forman grupos, cada grupo comprendiendo monofilamentos retorcidos en diferente dirección, dichos monofilamentos se toman desde dicho monofilamento de acero recto (10, 20) de acuerdo con la reivindicación 1.
13. Un neumático, caracterizado por que el neumático comprende al menos una capa de cinturón (40, 50, 60, 70, 80) de acuerdo con las reivindicaciones 9 a 13.

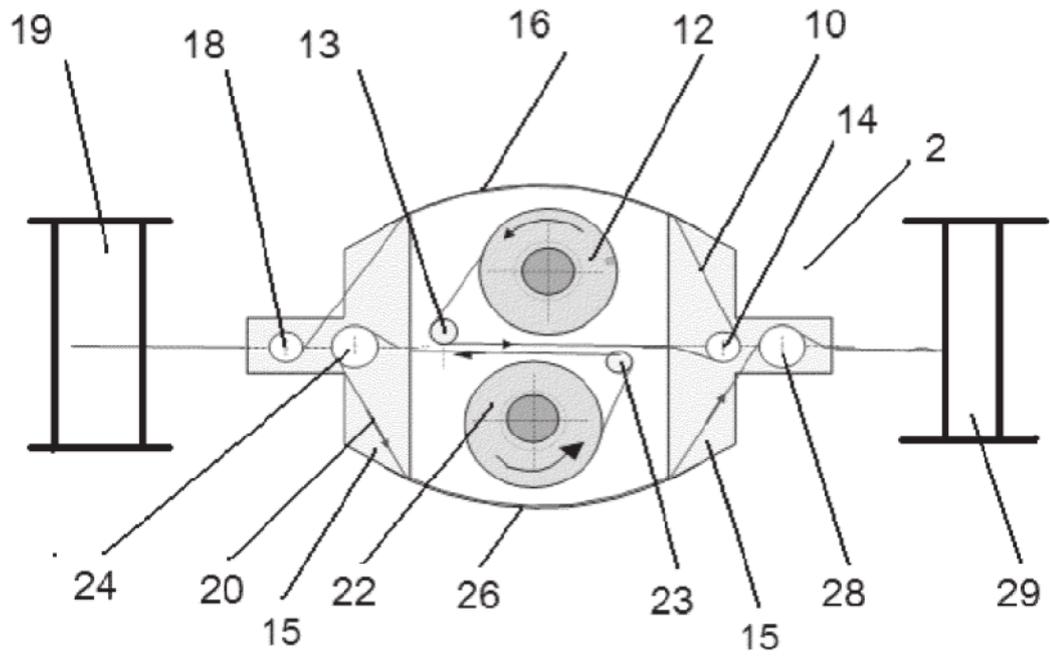


FIGURA 1

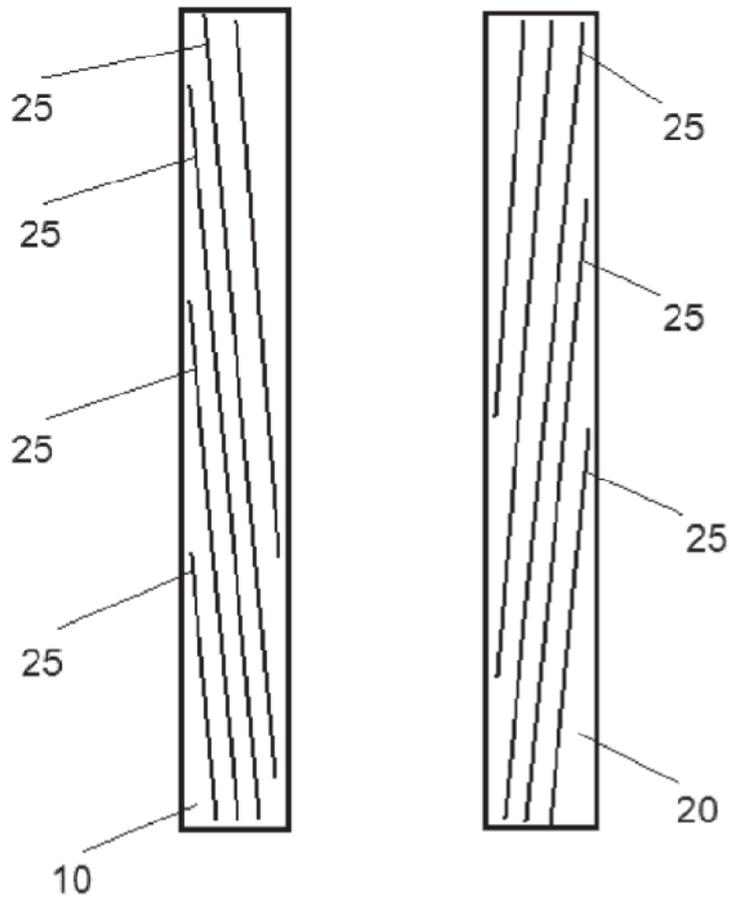


FIGURA 1A

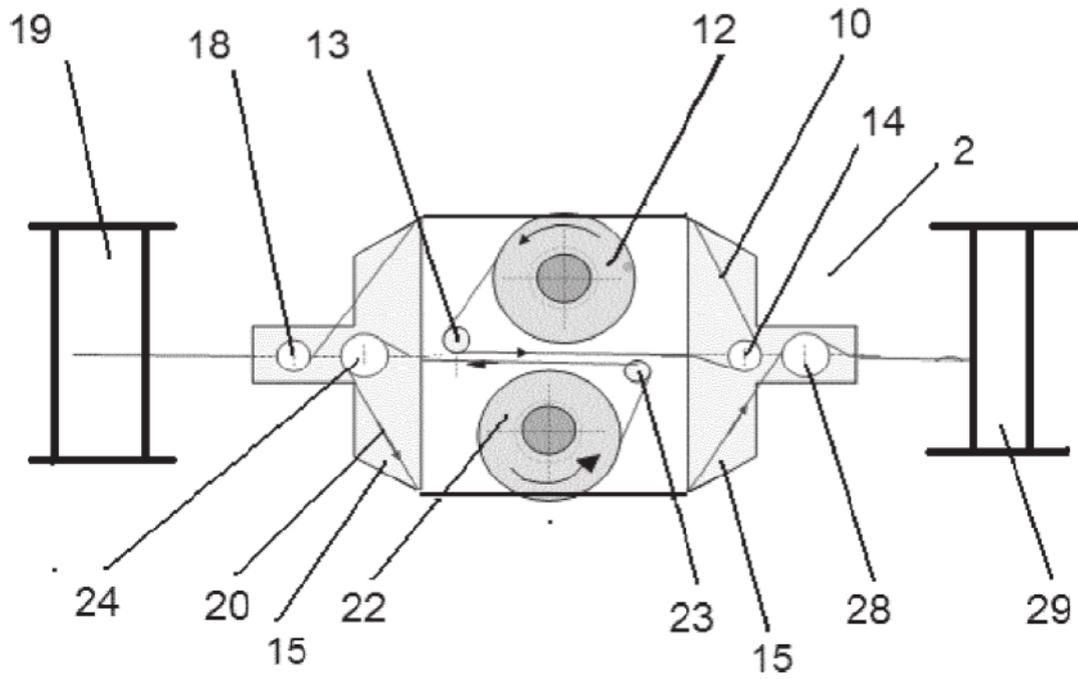


FIGURA 1B

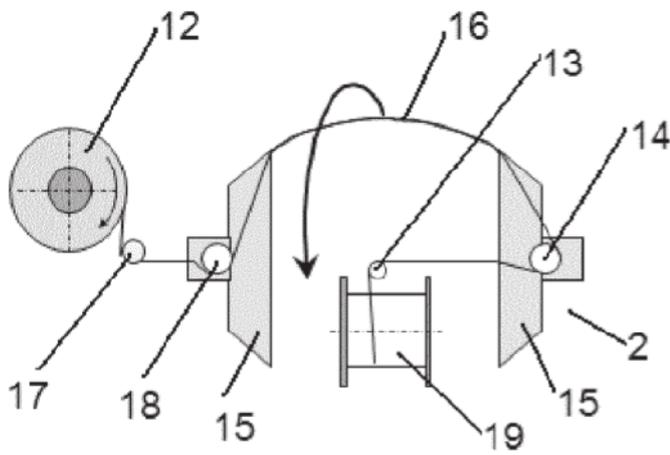


FIGURA 1C

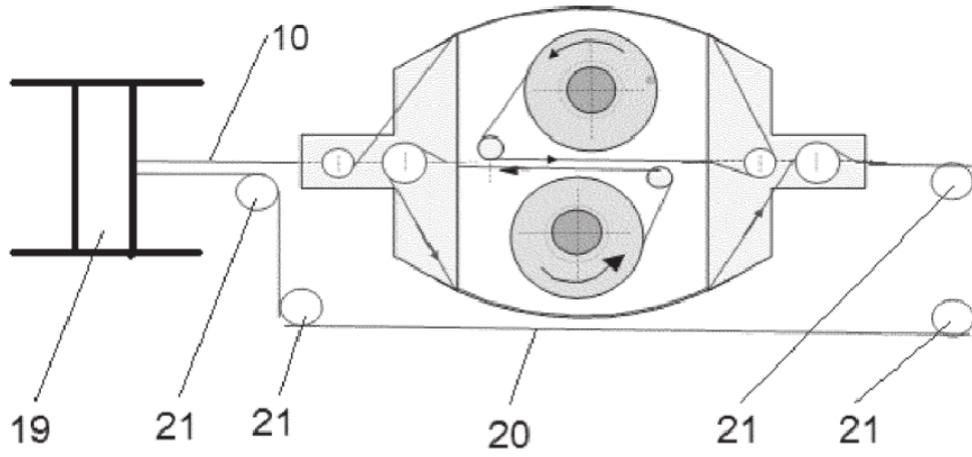


FIGURA 2

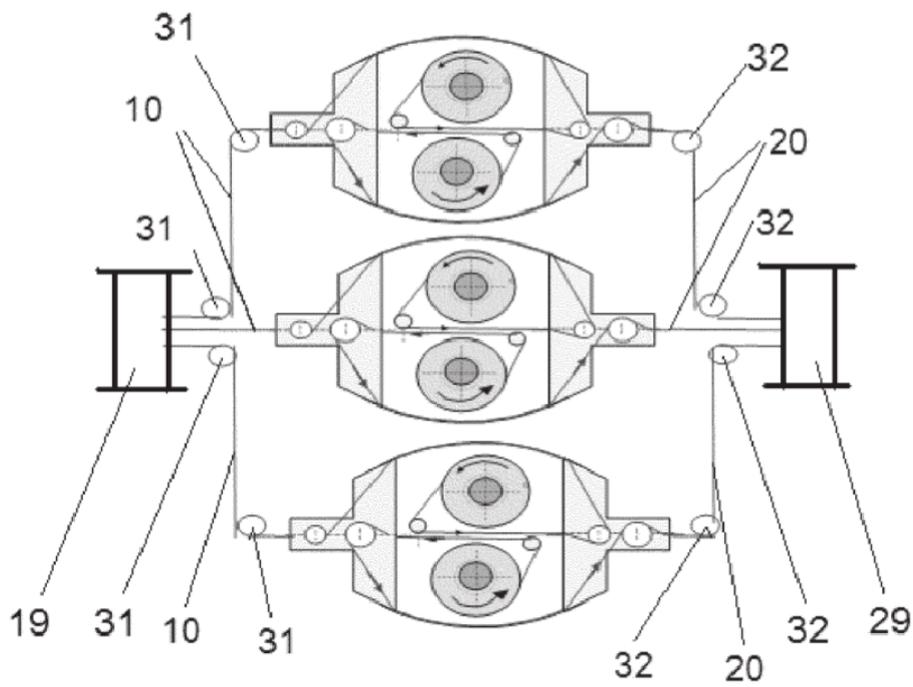


FIGURA 3

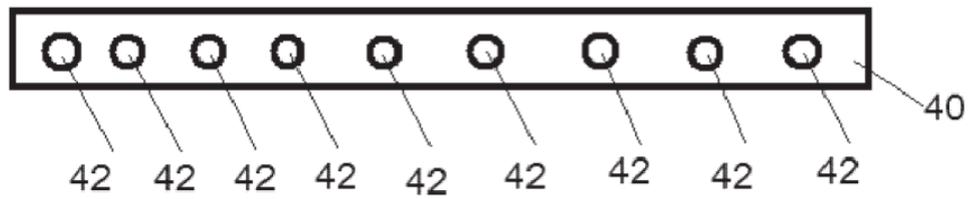


FIGURA 4

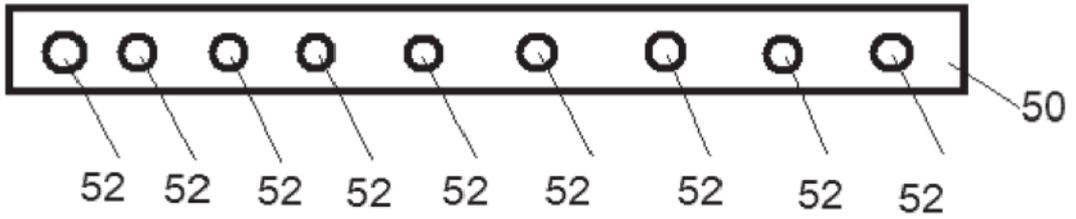


FIGURA 5

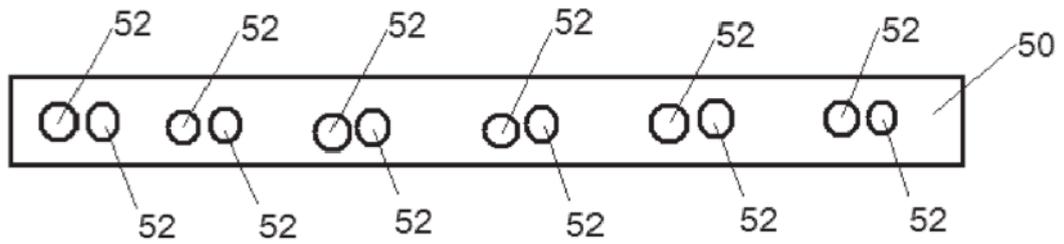


FIGURA 5A

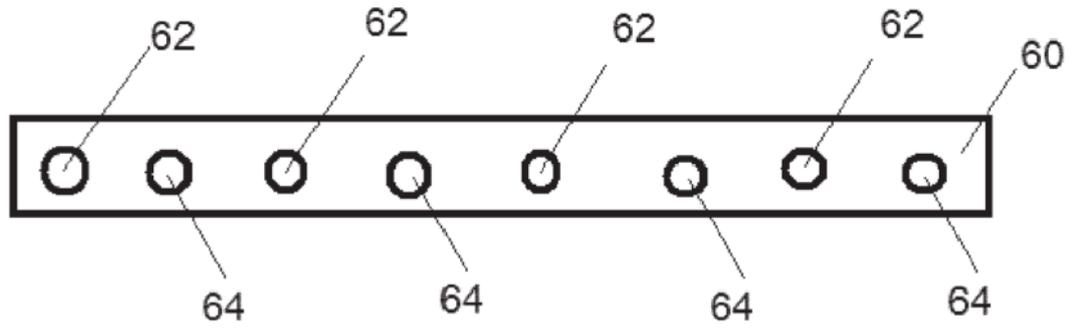


FIGURA 6

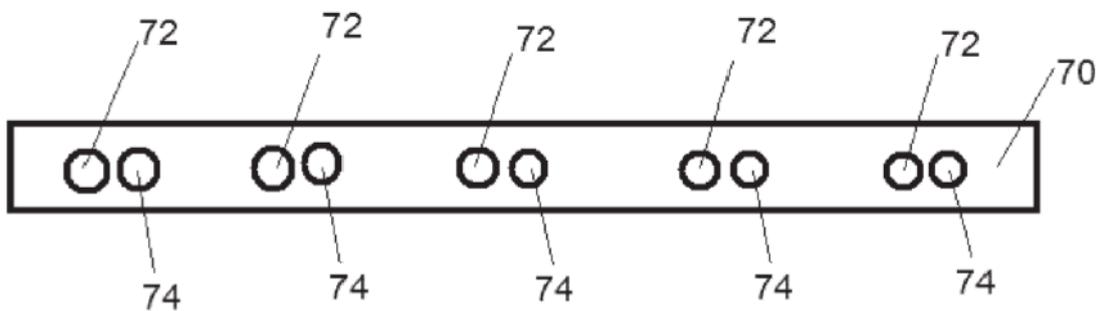


FIGURA 7

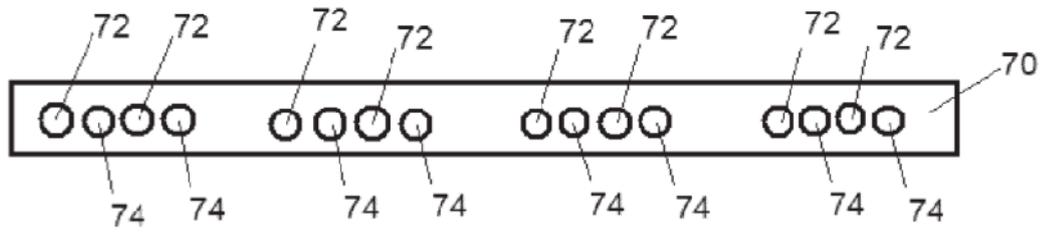


FIGURA 7A

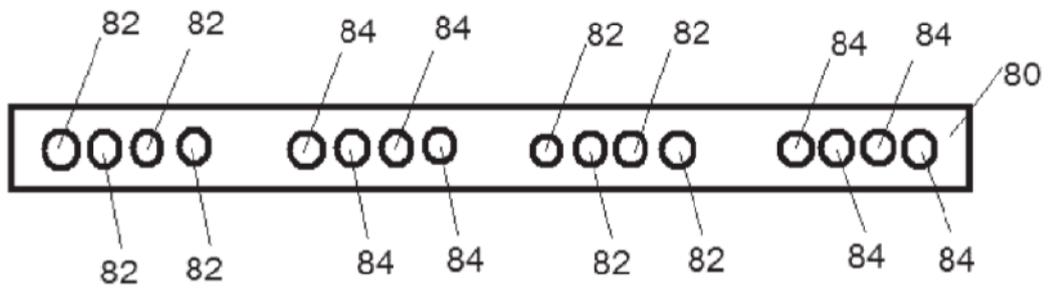


FIGURA 8

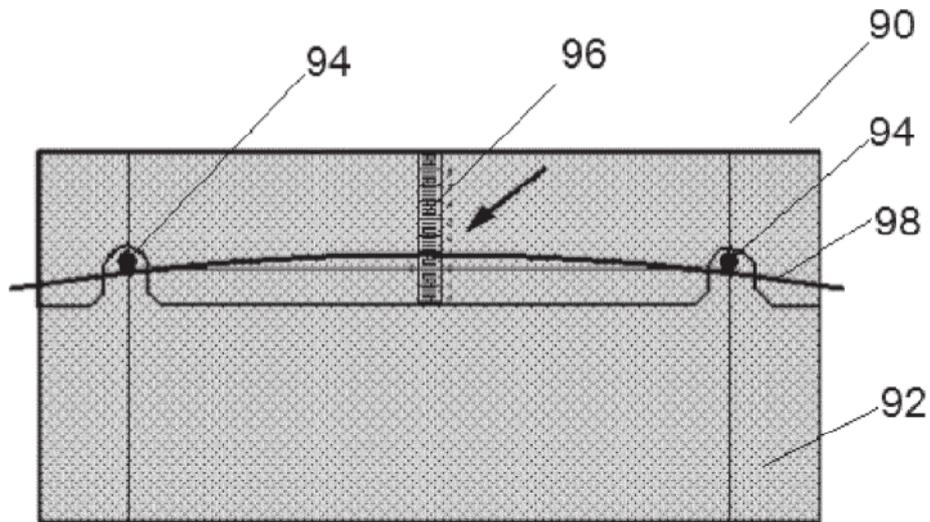


FIGURA 9

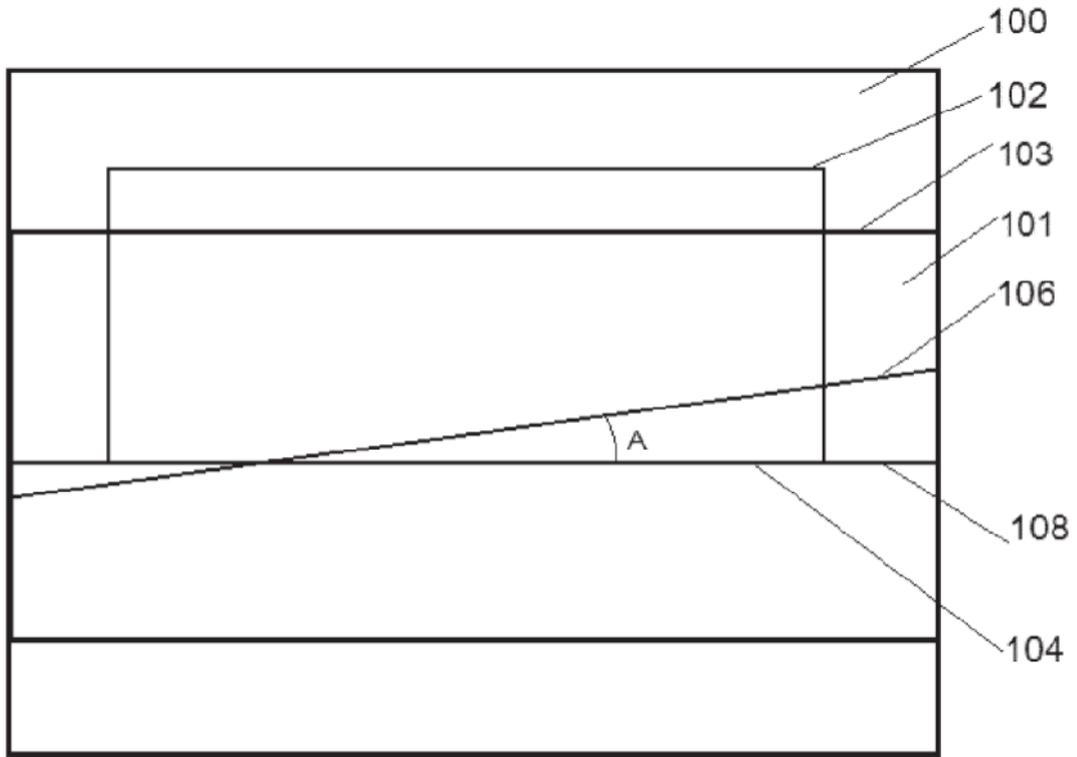


FIGURA 10