

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 877 663**

51 Int. Cl.:

B29C 70/34 (2006.01)

B29C 70/86 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.10.2016** **E 16194886 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **31.03.2021** **EP 3162546**

54 Título: **Elemento de tracción de plástico reforzado con fibra y procedimiento**

30 Prioridad:

21.10.2015 DE 102015220581

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
17.11.2021

73 Titular/es:

TECHNISCHE UNIVERSITÄT BERLIN (100.0%)
Strasse des 17. Juni 135
10623 Berlin, DE

72 Inventor/es:

ZWINGMANN, BERND;
LIU, YUE y
SCHLAICH, MIKE

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 877 663 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

Elemento de tracción de plástico reforzado con fibra y procedimiento

- 5 La invención se refiere a un elemento de tracción que tiene un bucle de plástico reforzado con fibra que sirve como ancla para el elemento de tracción, una estructura de soporte de plástico reforzado con fibra y un procedimiento de fabricación de un elemento de tracción con un bucle.
- 10 Tal como se usa en el presente documento, se entiende por plástico reforzado con fibras un material en el que las fibras continuas están incrustadas en una matriz de plástico. Por lo general, se denominan fibras continuas las que tienen una longitud de fibra superior a 50 mm. Las fibras continuas pueden ser, por ejemplo, fibras de vidrio, fibras de aramida, fibras de basalto o, preferentemente, fibras de carbono. La matriz plástica puede, por ejemplo, estar formada por un termoplástico o un duroplástico.
- 15 Las fibras de carbono presentan una alta resistencia a la tracción y una gran rigidez, manteniendo al mismo tiempo una baja masa de fibras. Por lo tanto, las fibras de carbono suelen ser importantes en las aplicaciones industriales en las que se requieren estas propiedades, independientemente del precio, comparativamente alto, de este material. En la mayoría de los casos, las fibras de carbono se transforman de forma manual o automática, en líneas de extrusión o en máquinas de bobinado, en plástico reforzado con fibra de carbono. Se trata de un material compuesto en el que las fibras de carbono están incrustadas en una matriz de plástico. El plástico reforzado con fibra de carbono es ligero, muy resistente y muy insensible a los medios agresivos, a la corrosión y a la fatiga.
- 20 Gracias a su alta resistencia en la dirección de las fibras, los plásticos reforzados con fibra de carbono son especialmente adecuados para los elementos de tracción en forma de varilla. Un anclaje de las fibras de carbono que sea adecuado para el material es un desafío particular. El anclaje a menudo debilita las fibras en el punto de anclaje o las somete a una tensión adicional, de modo que una sección transversal correspondiente de las fibras falla prematuramente antes de alcanzar su capacidad de carga real.
- 25 El documento EP 0 815 329 B1 describe un elemento de anclaje o de tracción en forma de bucle que está hecho de un plástico reforzado con fibra. En este caso, el elemento en forma de bucle tiene una pluralidad de capas o de pliegues de bucle o cinta colocados unos encima de otros, formados por una sola cinta que se enrolla varias veces una encima de la otra, y los dos extremos de la cinta están conectados a la capa de bucle o a la cinta directamente adyacente, o bien descansan contra esta última sin apretar.
- 30 El documento EP 0 143 163 B1 trata de un elemento de tracción que comprende un perno y un bucle de hebras de fibra unidireccionales, que dan la vuelta en él, dentro de una matriz de plástico. En la región que da la vuelta del perno, el bucle está provisto de una cubierta de fibras y/o de insertos de fibra unidos por la matriz de plástico, cada uno de los cuales tiene al menos una orientación de fibra principal en la dirección de extensión del perno.
- 35 El documento US 4.886.254 divulga la conexión de una ballesta hecha de material compuesto de fibra.
- 40 El documento US 4.603.084 divulga un casquillo fijado a un soporte por medio de fibras.
- 45 Es un objetivo de la presente invención proporcionar un elemento de tracción mejorado hecho de plástico reforzado con fibra, cambiando el procedimiento de fabricación y aumentando la capacidad de carga del bucle.
- 50 Para ello, según un primer aspecto de la invención, se propone un elemento de tracción que comprende al menos un bucle hecho de un plástico reforzado con fibras, que comprende una pluralidad de fibras que se extienden sustancialmente paralelas entre sí. En este caso, el bucle está formado por la pluralidad de fibras de tal manera que un primer grupo de fibras se enrolla a lo largo del bucle en un primer sentido de rotación, mientras que un segundo grupo de fibras se enrolla a lo largo del bucle en un segundo sentido de rotación opuesto al primer sentido de rotación. Además, algunas fibras dadas la vuelta de ambos grupos terminan a una distancia del vértice del bucle distinta a la de otras de las fibras dadas la vuelta, de tal modo que un área de sección transversal del elemento de tracción resultante de un número respectivo de fibras, que se extienden aproximadamente paralelas entre sí por fuera del área de vuelta de las fibras, disminuye aproximadamente de forma continua, excepto el área de sección transversal del elemento de tracción.
- 55 El bucle del elemento de tracción según la invención está configurado de manera particular para formar un anclaje de bucle, por ejemplo con un perno o similar, para anclar el elemento de tracción.
- 60 Una ventaja del elemento de tracción según el primer aspecto de la invención es que un elemento de tracción de este tipo puede estar formado por fibras de cualquier longitud, ya que el bucle se forma solo localmente en el extremo de las fibras. Esto significa que son concebibles muchas aplicaciones para el elemento de tracción, cada una de ellas con diferentes dimensiones, tales como, por ejemplo, en forma de un componente dimensionado de manera individual o como parte de una estructura de soporte para una estructura de construcción como son edificios, puentes, túneles, instalaciones deportivas, torres, carpas, o también para máquinas móviles tales como grúas, barcos o turbinas eólicas.
- 65

Otra ventaja del elemento de tracción según la invención es que se puede evitar el fallo del anclaje del elemento de tracción cuando se aplica la fuerza de tracción. Esto se realiza reforzando adicionalmente la sección transversal del elemento de tracción por medio de la disposición descrita de los extremos de las fibras en la zona del bucle. Además, dado que la sección transversal del elemento de tracción en la región del bucle es mayor que en una región estirada del elemento de tracción en la que no se desvían las fibras, se puede evitar el fallo del elemento de tracción sometido a una fuerza de tracción de intensidad correspondiente en la región del bucle pero, en cambio, es probable en la región estirada del elemento de tracción, de modo que la región estirada (recta) del elemento de tracción es decisiva para el dimensionamiento del elemento de tracción.

Otra ventaja del elemento de tracción según la invención es que los perfiles en forma de varilla ya fabricados, hechos de plástico reforzado con fibra con cualquier sección transversal deseada, se pueden usar para formar el elemento de tracción disponiendo estos perfiles en paralelo. Los bucles y, por lo tanto, un elemento de tracción según la invención, se forman abriendo en abanico y doblando sobre los perfiles.

A continuación se describen realizaciones preferentes del elemento de tracción según la invención.

Según una realización preferente del elemento de tracción, el primer grupo de fibras incluye un número de fibras que difiere como máximo en un 20 por ciento del número de fibras de un segundo grupo de fibras, es decir, hay aproximadamente el mismo número de fibras dadas la vuelta en el primer sentido de circulación que en el segundo sentido de circulación. El resultado es que el elemento de tracción en este ejemplo de realización presenta una disminución continua y, además, simétrica de la sección transversal fuera del bucle, lo que puede mejorar la capacidad de carga del elemento de tracción.

Según otra variante de realización, las fibras de los dos grupos se alternan de tal manera que algunas fibras del primer grupo siempre van seguidas de algunas fibras del segundo grupo y viceversa, que se voltean según su respectivo sentido de circulación. El elemento de tracción según esta variante aumenta ventajosamente la superficie de contacto entre las fibras en la zona del bucle, de tal modo que se puede transferir la fuerza de tracción de las fibras finales.

Según otra forma de realización, los extremos de las fibras dadas la vuelta están unidos de manera integral al elemento de tracción. Preferentemente, los extremos están incrustados entre las fibras. Una unión por arrastre de material se este tipo se lleva a cabo en una variante de este ejemplo de realización aumentando temporalmente la temperatura, mediante una reacción química, o bien inyectando un material plástico. El aumento temporal de la temperatura puede llevarse a cabo, por ejemplo, como parte de un proceso de prensado en caliente usando una matriz termoplástica, en cuyo caso puede ser ventajoso aplicar una presión lateral adicional a las fibras en la región de los extremos de las fibras volteadas durante dicho tratamiento térmico. En el caso de una matriz termoplástica, el curado del plástico reforzado con fibras da lugar a una unión entre los extremos de las fibras dadas la vuelta y la matriz de plástico en la que las fibras están incrustadas dentro del plástico reforzado con fibras. En el caso de una matriz hecha de un termoestable tal como la resina epoxi o la resina de poliéster, la unión se forma mediante el curado de la matriz. El tratamiento térmico, como el recocido, puede aumentar la resistencia de la matriz y/o acelerar el curado.

La región en la que los extremos de las fibras o los perfiles de fibra están dispuestos en el elemento de tracción, forma una región de solapamiento. En un ejemplo de realización del elemento de tracción, las fibras dadas la vuelta o los perfiles de fibra están unidos por arrastre de material al elemento de tracción en toda la zona de solapamiento. Esta conexión de gran superficie puede realizarse, por ejemplo, mediante una adhesión. La unión por arrastre de material de gran superficie de esta variante de realización tiene la ventaja de que la tensión de cizallamiento en las superficies de contacto entre las fibras individuales o los perfiles de fibra es baja.

De manera adicional o alternativa, los extremos de las fibras dadas la vuelta pueden estar conectados por fricción al elemento de tracción. Preferentemente, los extremos están incrustados entre las fibras. En una realización, esto se consigue aplicando una presión lateral, por ejemplo, mediante la colocación de una abrazadera o de un clip. En otra forma de realización, los extremos de las fibras dadas la vuelta están unidos por fricción y por arrastre de material al elemento de tracción, lo cual puede aumentar aún más la capacidad de carga de la unión.

Para el elemento de tracción según el primer aspecto de la invención, las fibras sustancialmente paralelas no necesitan estar totalmente unidas o interconectadas, sino que pueden estar total o parcialmente separadas entre sí o tener una unión resistente al cizallamiento solo por secciones a lo largo del elemento de tracción.

En otra variante de realización del elemento de tracción, las fibras forman un cierto número de capas de fibras superpuestas, en donde cada una de las fibras de una capa de fibras respectiva pertenece al mismo grupo de fibras, y en donde cada una de las capas de fibras adyacentes tiene fibras de grupos diferentes, es decir, las capas de fibras giran alternativamente en direcciones de circulación opuestas respectivas. Una vuelta de fibras capa por capa, como se describe en esta realización, simplifica la fabricación industrial del elemento de tracción según la invención.

Preferentemente, el elemento de tracción comprende una porción de eje alargada hecha de plástico reforzado con fibra que tiene dispuesto en cada uno de los dos extremos longitudinales del mismo al menos un bucle, tal como se

ha descrito anteriormente. En una realización particularmente preferente, la parte del eje es flexible. El bucle permite introducir fuerzas de tracción de forma fiable en el elemento de tracción, lo que permite usarlo en una estructura de soporte o en máquinas.

5 De acuerdo con un segundo aspecto, la invención se refiere a una estructura de soporte que comprende una pluralidad de miembros de tensión de acuerdo con el primer aspecto de la invención, estando cada uno de los miembros de tensión formados, tal como se describe en la última realización, a partir de una porción de eje alargada sustancialmente recta que tiene un bucle respectivo, tanto en un primer extremo como en un segundo extremo.

10 De este modo, la estructura de soporte según el segundo aspecto de la invención conduce a las mismas ventajas que el elemento de tracción según el primer aspecto de la invención. En particular, la estructura puede usarse cuando se desea una alta resistencia a la tracción a lo largo de la dirección respectiva de las fibras. Estas aplicaciones de la estructura de soporte se pueden encontrar por ejemplo en edificios, puentes, túneles, instalaciones deportivas, torres, o incluso grúas, barcos, turbinas eólicas o similares.

15 De acuerdo con un tercer aspecto, la invención se refiere a un procedimiento de fabricación de un elemento de tracción de un plástico reforzado con fibra que tiene un bucle. En este caso, el bucle se fabrica mediante los siguientes pasos:

- 20 • Proporcionar una pluralidad de fibras sustancialmente paralelas del elemento de tracción que tiene un extremo de fibra respectivo, por ejemplo en forma de perfiles paralelos de fibras paralelas;
- Girar un cierto número de extremos de las fibras en un primer sentido de rotación a lo largo del bucle que se va a fabricar;
- Girar otro cierto número de extremos de las fibras en una segunda dirección de rotación opuesta a la primera;
- 25 • Repetir los dos pasos anteriores hasta que todas las fibras de la pluralidad de fibras estén dadas la vuelta, en donde la vuelta se realiza de tal manera que algunas fibras dadas la vuelta terminan a una distancia del vértice del bucle distinta a la de otras de las fibras dadas la vuelta, de tal modo que un área de sección transversal del elemento de tracción, por fuera del área de vuelta de las fibras resultante de un número respectivo de fibras que se extienden aproximadamente paralelas entre sí, disminuye aproximadamente de forma continua al área de sección transversal del elemento de tracción.

30 Ventajosamente, el procedimiento no requiere un equipo complejo para fabricar el bucle en el elemento de tracción. En consecuencia, es concebible fabricar el bucle directamente en el lugar de uso posterior del elemento de tracción. En este caso, la deflexión ya puede tener lugar alrededor de una contraparte del elemento de tracción, que en el respectivo uso posterior forma un anclaje del elemento de tracción.

35 A continuación se describen variantes de realización del procedimiento según la invención.

De acuerdo con una variante de realización del procedimiento, la vuelta de los extremos de las fibras alrededor de un elemento de vuelta se realiza modo que esté dimensionada de tal manera que no resulte inferior a un radio mínimo de vuelta de las fibras. El uso de un elemento de tracción garantiza así que las fibras no se dañen y, en particular, que no se rompan.

40 En una realización preferente, el número de extremos de las fibras para una vuelta respectiva se selecciona de tal manera que después de que todas las fibras han sido dadas la vuelta, el número de fibras dadas la vuelta en la dirección de circulación respectiva difiere como máximo en un 20 por ciento del número de fibras dadas la vuelta en la dirección de circulación opuesta.

50 Según otra variante de realización, la vuelta de los extremos de las fibras se realiza de manera que a algunas fibras se les da la vuelta de manera alterna según el primer sentido de circulación y según el segundo sentido de circulación, de modo que se realizan entre 2 y varios cientos de pasos de vuelta. En una subvariante de esta forma de realización, con cada paso de cambio de dirección, los extremos de fibra desde una región predeterminada de la sección del elemento de tracción se desvían automáticamente, de tal modo que el número de pasos de vueltas es también predeterminado e independiente del número total de la pluralidad de fibras en el elemento de tracción.

55 Además, el procedimiento puede incluir la unión, por arrastre de material de los extremos de las fibras dadas la vuelta, al elemento de tracción. Esto puede hacerse aumentando la temperatura en los extremos de las fibras, provocando una reacción química del revestimiento o inyectando un plástico. En otra forma de realización, las fibras superpuestas se unen en toda una región de superposición formada por la región de superposición entre los extremos de las fibras y el elemento de tracción. En este caso, el plástico que rodea las fibras puede solidificarse, por ejemplo, aumentando la temperatura en la región de solapamiento.

60 De manera alternativa o adicional, las fibras dadas la vuelta pueden estar unidas por fricción o por arrastre de material al elemento de tracción, por ejemplo mediante una abrazadera o similar.

65 Según otra variante de realización, los extremos de las fibras dadas la vuelta se unen finalmente por fricción al

elemento de tracción. Una unión por fricción de este tipo puede realizarse mediante la colocación de una abrazadera o de un clip. Además, también es posible unir los extremos de las fibras al elemento de tracción tanto por fricción como por arrastre del material.

Para un procedimiento según el tercer aspecto de la invención, las fibras sustancialmente paralelas no necesitan estar completamente pegadas o unidas entre sí, sino que pueden estar total o parcialmente separadas entre sí, o pueden estar unidas en cizalladura solo por secciones a lo largo del elemento de tracción.

Preferentemente, las fibras del elemento de tracción que se va a fabricar primero se alinean en paralelo entre sí. Esto puede hacerse produciendo un material preimpregnado usando una máquina de preimpregnado. En este tipo de materiales preimpregnados, las fibras suelen estar dispuestas esencialmente paralelas entre sí y en un segundo paso se procesan posteriormente, ya sea a mano o en una máquina de laminación, para dar perfiles. En otra forma de realización, se usa una máquina de trefilado o una máquina de bobinado para proporcionar una disposición sustancialmente paralela de la pluralidad de fibras, por ejemplo, en forma de perfiles de plástico reforzado con fibras.

Es particularmente ventajoso para la posterior fabricación del bucle en el elemento de tracción si los extremos de las fibras no están todavía incrustados en la matriz de plástico del resto del elemento de tracción, ya que las fibras expuestas proporcionan la mayor área de contacto potencial para su posterior procesamiento en el bucle. Lo mismo se aplica a los perfiles con una gran relación entre la superficie y la sección transversal.

El procedimiento puede comprender además la aplicación de un revestimiento o la disposición de fibras adicionales en una superficie periférica exterior de la pluralidad de fibras. Esto tiene la ventaja de que el elemento de tracción fabricado mediante este procedimiento está protegido contra las influencias externas, tales como los medios agresivos o la tensión mecánica, mejor que un elemento de tracción sin revestimiento adicional o fibras adicionales. Otras ventajas de un posible uso del recubrimiento son el agrupamiento de fibras o de perfiles a un hilo común o la unión de los extremos de las fibras al elemento de tracción.

La invención se explicará ahora con más detalle con referencia a las figuras a modo de ejemplos de realizaciones. Se muestran:

Figura 1 una ilustración de un ejemplo de realización de un extremo de elemento de tracción de plástico reforzado con fibra de carbono que tiene un bucle según un primer aspecto de la invención;

Fig. 2a-2c cada una de las cuales ilustra diferentes fases de la fabricación de un ejemplo de realización del elemento de tracción según el primer aspecto de la invención, en donde la Fig. 2a ilustra una primera fase con un cierto número de fibras de carbono que dan la vuelta, la Fig. 2b ilustra una segunda fase con un segundo número de fibras de carbono que dan la vuelta, y la Fig. 2c ilustra una tercera fase con un tercer número de fibras de carbono que dan la vuelta;

Figura 3 ilustración de una forma de realización del elemento de tracción que tiene un bucle en cada extremo del elemento de tracción según el primer aspecto de la invención;

Figura 4 un diagrama de bloques de un ejemplo de realización de un procedimiento para la fabricación de un elemento de tracción que tiene un bucle según un tercer aspecto de la invención;

Figura 5 una ilustración esquemática de una instalación para fabricar un elemento de tracción según un ejemplo de realización del procedimiento según el tercer aspecto de la invención.

En los ejemplos de realización se describen a continuación elementos de tracción hechos de fibras de carbono. Los correspondientes ejemplos de realización de un elemento de tracción pueden comprender alternativa o adicionalmente fibras de vidrio, aramida, basalto u otras fibras técnicas o naturales tales como fibras del plástico reforzado con fibras. O bien, se puede proporcionar una mezcla de diferentes fibras, tales como las fibras de aramida y de carbono.

La Fig. 1 muestra una ilustración de un extremo de un ejemplo de realización de un elemento de tracción 100 que tiene un bucle 110 según un primer aspecto de la invención. En el ejemplo de realización, el elemento de tracción 100 está fabricado de plástico reforzado con fibra de carbono.

El elemento de tracción 100 incluye una pluralidad de fibras de carbono 120 que se extienden sustancialmente paralelas entre sí. El bucle 110 está formado por la pluralidad de fibras de carbono 120. A este respecto, a un primer grupo de fibras de carbono 124a, 124b, 124c de la pluralidad de fibras de carbono 120 se les da la vuelta a lo largo del bucle 110 en un primer sentido de rotación 134, mientras que a un segundo grupo de fibras de carbono 128a, 128b, 128c de la pluralidad de fibras de carbono 120 se les da la vuelta a lo largo del bucle 110 en un segundo sentido de rotación 138 opuesto al primer sentido de rotación. Además, la Fig. 1 ilustra que las fibras dadas la vuelta de ambos grupos 124a, 124b, 124c, 128a, 128b, 128c terminan a una distancia del vértice 140 del bucle 110 distinta a la de otras de las fibras dadas la vuelta. Como resultado, un área de sección transversal del elemento de tracción 100, que está formado por un número respectivo de fibras de carbono 120 que se extienden aproximadamente paralelas entre sí, disminuye continuamente desde la extensión 150 del bucle 110 y fuera del área que da la vuelta de las fibras hasta aproximadamente el área de sección transversal del elemento de tracción.

Además, en el ejemplo de realización representado, el primer grupo de fibras de carbono 124a, 124b, 124c es

sustancialmente del mismo tamaño que el segundo grupo de fibras de carbono 128a, 128b, 128c. De este modo, las fibras de carbono de los primeros grupos 124a, 124b, 124c y las fibras de carbono de los segundos grupos 128a, 128b, 128c se alternan cada una de ellas, lo que en esta forma de realización conduce a un área de contacto ventajosamente alta entre las fibras de carbono, en el caso de una fuerza de tracción que actúa en la dirección de tracción 160.

170 Para el elemento de tracción 100 se usa una pinza que ejerce una presión lateral sobre el elemento de tracción 100 para que los extremos de las fibras de carbono 124a, 124b, 124c, 128a, 128b, 128c desviadas se junten entre las fibras de carbono 120 de la pluralidad de fibras de carbono alrededor de las dos hebras del bucle y para asegurar por fricción los extremos de las fibras de carbono. En este caso, la fijación mediante la abrazadera 170 tiene lugar únicamente en la región de la fijación 150 del bucle 110. La región donde los extremos de las fibras de carbono 124a, 124b, 124c, 128a, 128b, 128c están dispuestos entre las fibras de carbono 120 forma una región de solapamiento 180. Además de la unión por fricción, los extremos de las fibras de carbono 124a, 124b, 124c 128a, 128b, 128c están unidos por medio de un adhesivo a lo largo de la región de solapamiento 180. En el ejemplo de realización ilustrada, la abrazadera 170 tiene la función de aumentar la capacidad de carga de la unión por medio de un adhesivo, y también de absorber las fuerzas transversales que, sin una abrazadera, dividirían la pluralidad de fibras de carbono salientes en dos hebras.

La abrazadera también puede extenderse sobre un área mayor o sobre toda el área de solapamiento.

Los extremos de las fibras de carbono desviadas pueden unirse a la pluralidad de fibras de carbono mediante una reacción química, como por ejemplo el curado de un adhesivo, o calentando la matriz de plástico que rodea las fibras de carbono en toda la región de solapamiento.

Las Figs. 2a a 2c ilustran cada una de ellas diferentes etapas de la fabricación de un ejemplo de realización del elemento de tracción 100 según el primer aspecto de la invención.

A este respecto, la Fig. 2a ilustra una primera fase de la fabricación con fibras de carbono individuales 128a dadas la vuelta y una pluralidad de extremos de fibra 124a, 124b, 124c, 128b, 128c deshilachados o abiertos en abanico, no vueltos y que se extienden desde la pluralidad de fibras de carbono 120. En este caso, cada una de las fibras de carbono 124a, 124b, 124c, 128a, 128b, 128c es un cierto número de fibras de carbono, que forman cada una un único haz de fibras de carbono. En una forma de realización no mostrada, a las fibras individuales o a los perfiles de fibras se les da la vuelta según la Fig. 1 y las Figs. 2a a 2c.

La Fig. 2b ilustra una segunda etapa de fabricación con dos haces vueltos de fibras de carbono 124a, 128a. El segundo haz de fibra de carbono 124a vuelto se colocó sobre el primer haz de fibra de carbono 128a vuelto de manera que este último define una forma de bucle.

La Fig. 2c muestra una tercera fase con tres haces de fibra de carbono 124a, 128a, 124b vueltos, en donde al tercer haz de fibras de carbono 128b vuelto se le da la vuelta alrededor del segundo haz de fibra de carbono 124a vuelto. Así, las primeras fibras de carbono 128a plegadas siguen definiendo la forma interior del bucle.

Resulta directamente aparente que al doblar repetidas veces los extremos de la fibra que aún no han sido doblados, se forma un elemento de tracción 100 de acuerdo con el primer aspecto.

Además, las tres fases mostradas en las Figs. 2a a 2c ilustran las diferentes etapas de un procedimiento de fabricación de un elemento de tracción 100 según el tercer aspecto de la invención. Este proceso se explica con más detalle en el diagrama de bloques de la Fig. 4.

La Fig. 3 muestra una ilustración de un ejemplo de realización del elemento de tracción 300 que tiene un bucle 110', 110" en cada uno de los extremos de una porción de eje recto 310 que tiene un revestimiento 315.

Por medio de los dos bucles 110', 110", las fuerzas de tracción 320, 325 presentes en ambos extremos del elemento de tracción a lo largo de las fibras de carbono 120 pueden introducirse en el elemento de tracción.

Varios elementos de tracción 300 pueden ser unidos para formar una estructura portante o para formar partes de una estructura portante.

La Fig. 4 muestra un diagrama de bloques de un ejemplo de realización de un procedimiento de fabricación de un elemento de tracción de plástico reforzado con fibra que tiene un bucle, según un tercer aspecto de la invención.

En este sentido, el bucle se lleva a cabo mediante una secuencia de los siguientes pasos:

En un paso 410, a una pluralidad de fibras sustancialmente paralelas del elemento de tracción se les proporciona un extremo de fibra respectivo.

En los dos pasos subsiguientes 420, 430, se da la vuelta a los extremos de las fibras. Para ello, en el paso 420, se da

la vuelta a un cierto número de extremos de fibra, en una primera dirección de rotación, a lo largo del bucle que se va producir. En el siguiente paso 430, a otro cierto número de extremos de fibra se les da la vuelta en una segunda dirección de rotación opuesta a la primera dirección de rotación.

5 En el siguiente paso 440, se comprueba si hay algún extremo de fibra que aún no se haya volteado. Mientras las fibras de la pluralidad de fibras no se hayan volteado todavía, se repiten los pasos 420 y 430. En este caso, la vuelta debe realizarse de tal manera que algunas fibras dadas la vuelta terminen a una distancia del vértice del bucle distinta a la de otras de las fibras dadas la vuelta, de tal manera que una sección transversal del elemento de tracción resultante de un número respectivo de fibras que se extienden aproximadamente paralelas, entre sí fuera de la región de vuelta de las fibras, disminuya aproximadamente de manera continua al tamaño de la sección transversal del elemento de tracción.

15 En una realización no mostrada, este proceso se complementa con un paso final en el que los extremos de las fibras en la región del bucle de las fibras dadas la vuelta se unen por fricción o mediante arrastre de material al elemento de tracción. Una unión por fricción de este tipo puede consistir en una abrazadera o en un revestimiento adicional. Se puede crear una unión por arrastre de material mediante adherencia, por presión o con la inyección de un material de unión. Además, se pueden añadir inserciones y accesorios adicionales.

20 La Fig. 5 es una ilustración esquemática de una instalación 500 para fabricar un elemento de tracción 100 según un ejemplo de realización del procedimiento según el tercer aspecto de la invención.

25 En este ejemplo de realización, aunque el elemento de tracción está formado por fibras de carbono, en los ejemplos de realización correspondientes no mostrados, también se pueden usar las fibras de vidrio plástico reforzado con fibra, fibras de aramida o de basalto, u otras fibras de ingeniería o fibras naturales para formar el elemento de tracción de acuerdo con el procedimiento. O bien, se puede proporcionar una mezcla de diferentes fibras, tales como las fibras de aramida y de carbono.

30 Por medio de la instalación 500, mediante rodillos de desviación 520 se alinean las fibras de carbono individuales, o los perfiles en forma de varilla de plástico reforzado con fibra de carbono 510, en una dirección común de la fibra 530. Esto proporciona una pluralidad de fibras de carbono 540 que se extienden sustancialmente paralelas entre sí. En una unidad compuesta 550 de la instalación 500, los filamentos individuales paralelos se disponen unos junto a otros y, si es necesario, se incrustan en una matriz de plástico para formar una sección transversal de plástico reforzado con fibra de carbono. Además, la instalación 500 incluye una unidad de recubrimiento 560 configurada para aplicar un recubrimiento 570 a una superficie periférica exterior de la pluralidad de fibras de carbono 540. Si las fibras de carbono ya están en forma de perfiles de carbono, no es necesario unirlos en toda su longitud.

40 Para fabricar el elemento de tracción 100, se arrastran las fibras de carbono correspondientes a través de la instalación 500 ilustrada, en la dirección de la fibra 530, para formar primero una porción de eje recta antes de que otros pasos de fabricación creen el bucle a través de los pasos de desviación ilustrados en la Fig. 4. Alternativamente, uno o más bucles pueden estar ya unidos a la pluralidad de fibras de carbono unidas en los extremos antes de que las fibras de carbono se unan más adelante. Para la fabricación del bucle, es ventajoso que los extremos de los filamentos individuales 580 no estén todavía embebidos en plástico y recubiertos. Por lo tanto, dejar los extremos de la fibra o del perfil 580 expuestos, como también se muestra en la Fig. 5, simplifica la formación del bucle como parte de los pasos de fabricación posteriores.

45

REIVINDICACIONES

1. Elemento de tracción (100, 300) con una porción de eje que se extiende de manera sustancialmente recta y con al menos un bucle (110) de plástico reforzado con fibra (510) en un extremo de la porción de eje, en donde el elemento de tracción (100, 300) presenta una pluralidad de fibras (120) que se extienden de manera sustancialmente paralela entre sí en la porción de eje, en donde el bucle (110) está formado por la pluralidad de fibras (120) que dan la vuelta a un primer grupo de extremos de fibras (124a, 124b, 124c) de la pluralidad de fibras (120) en una primera dirección de rotación (134) a lo largo del bucle (110), mientras que a un segundo grupo de extremos de fibras (128a, 128b, 128c) de las fibras (120) de la pluralidad de fibras (120) se les da la vuelta a lo largo del bucle (110) en un segundo sentido de rotación (134) opuesto al primer sentido de rotación (134), y en donde algunos extremos de las fibras dadas la vuelta de ambos grupos terminan a una distancia del vértice del bucle (110) distinta de la de otros de los extremos de las fibras dadas la vuelta, de tal manera que una sección transversal del elemento de tracción (100, 300) resultante de un número respectivo de fibras y extremos de fibras vueltos que se extienden aproximadamente paralelos entre sí disminuye aproximadamente de manera continua al área de sección transversal de la porción de eje del elemento de tracción (100, 300) fuera del área de vuelta de las fibras.
2. Elemento de tracción (100, 300) según la reivindicación 1, en el que las fibras son fibras de carbono (120, 540).
3. Elemento de tracción (100, 300) según las reivindicaciones 1 o 2, en el que el primer grupo de extremos de fibra (124a, 124b, 124c) comprende un cierto número de extremos de fibra que difiere como máximo en un 20 por ciento de un cierto número de extremos de fibra del segundo grupo de extremos de fibra (128a, 128b, 128c).
4. Elemento de tracción (100, 300) según al menos una de las reivindicaciones 1 a 3, en el que, de manera alterna, a algunos extremos de fibra (124a, 124b, 124c) del primer grupo y a algunos extremos de fibra (128a, 128b, 128c) del segundo grupo se les da la vuelta según su respectivo sentido de giro (134), formando así el bucle (110).
5. Elemento de tracción (100, 300) según al menos una de las reivindicaciones anteriores, en el que los extremos de fibra (124a, 124b, 124c, 128a, 128b, 128c) vueltos están unidos por arrastre de material a la porción de eje del elemento de tracción (100, 300).
6. Elemento de tracción (100, 300) según al menos una de las reivindicaciones anteriores, que comprende una porción de eje que se extiende de manera sustancialmente recta y que se divide, que presenta en al menos un extremo un bucle (110) que está formado según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.
7. Elemento de tracción (100, 300) según al menos una de las reivindicaciones anteriores, en el que la porción de eje se divide en una pluralidad de filamentos en uno o en ambos lados y que presenta en cada extremo un bucle respectivo (110) que está formado según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.
8. Estructura portante que comprende una pluralidad de elementos de tracción (100, 300) según una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7.
9. Procedimiento de fabricación de un elemento de tracción (100, 300) de un plástico reforzado con fibra (510), que tiene un bucle (110), en donde el bucle (110) se fabrica mediante los siguientes pasos:
 - Proporcionar (410) una pluralidad de fibras sustancialmente paralelas entre sí del elemento de tracción (100, 300) que tienen un extremo de fibra respectivo,
 - Dar la vuelta (420) a un cierto número de extremos de las fibras en un primer sentido de rotación (134) a lo largo del bucle (110) que hay que producir;
 - Dar la vuelta (430) a otro cierto número de extremos de las fibras en un segundo sentido de rotación (138) opuesto al primero;
 - Repetir los dos últimos pasos (420, 430) hasta que todas las fibras de la pluralidad de fibras estén dadas la vuelta, realizándose la vuelta de modo que algunas fibras dadas la vuelta terminen a una distancia del vértice del bucle (110) distinta a la de otras de las fibras dadas la vuelta, de tal manera que una sección transversal del elemento de tracción (100, 300), resultante de un número respectivo de fibras que se extienden aproximadamente paralelas entre sí, y los extremos de las fibras dadas la vuelta disminuye aproximadamente de manera continua al área de sección transversal del elemento de tracción (100, 300) fuera del área de vuelta de las fibras.
10. Procedimiento de la reivindicación 9, en el que a los extremos de las fibras se les da la vuelta alrededor de un elemento de vuelta, cuyo diámetro está dimensionado de tal manera que no es inferior a un radio mínimo de vuelta de las fibras.
11. Procedimiento según las reivindicaciones 9 o 10, en el que el número total de fibras dadas la vuelta en el primer sentido de rotación (134) difiere de un número total de fibras dadas la vuelta en el segundo sentido de rotación (138) en como máximo el 20 %.
12. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 9 a 11, en el que la vuelta de los extremos de las fibras

se realiza de modo que a algunas fibras se les da la vuelta, de manera alterna, según el primer sentido de circulación (134) y según el segundo sentido de circulación (138), realizándose entre 2 y varios cientos de pasos de vuelta.

5 13. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 9 a 12, que comprende la unión por arrastre de material de los extremos de las fibras vueltas al elemento de tracción.

14. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 9 a 13, que comprende además, como primer paso, la preparación de una disposición de fibras alineadas de manera sustancialmente paralela.

10 15. Procedimiento según al menos una de las reivindicaciones 9 a 14, que comprende además aplicar un recubrimiento (315) y/o disponer fibras adicionales en una superficie periférica exterior de la pluralidad de fibras.

15

20

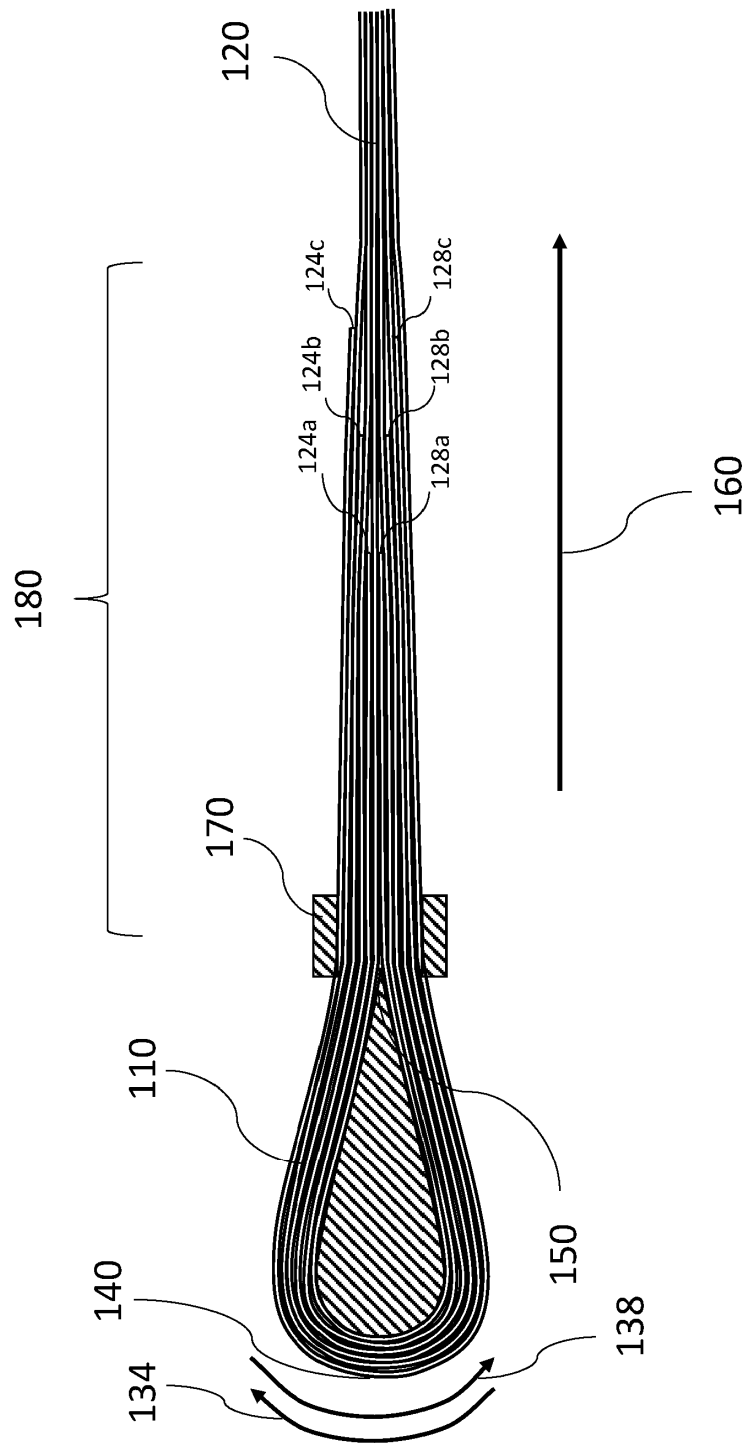


Fig. 1

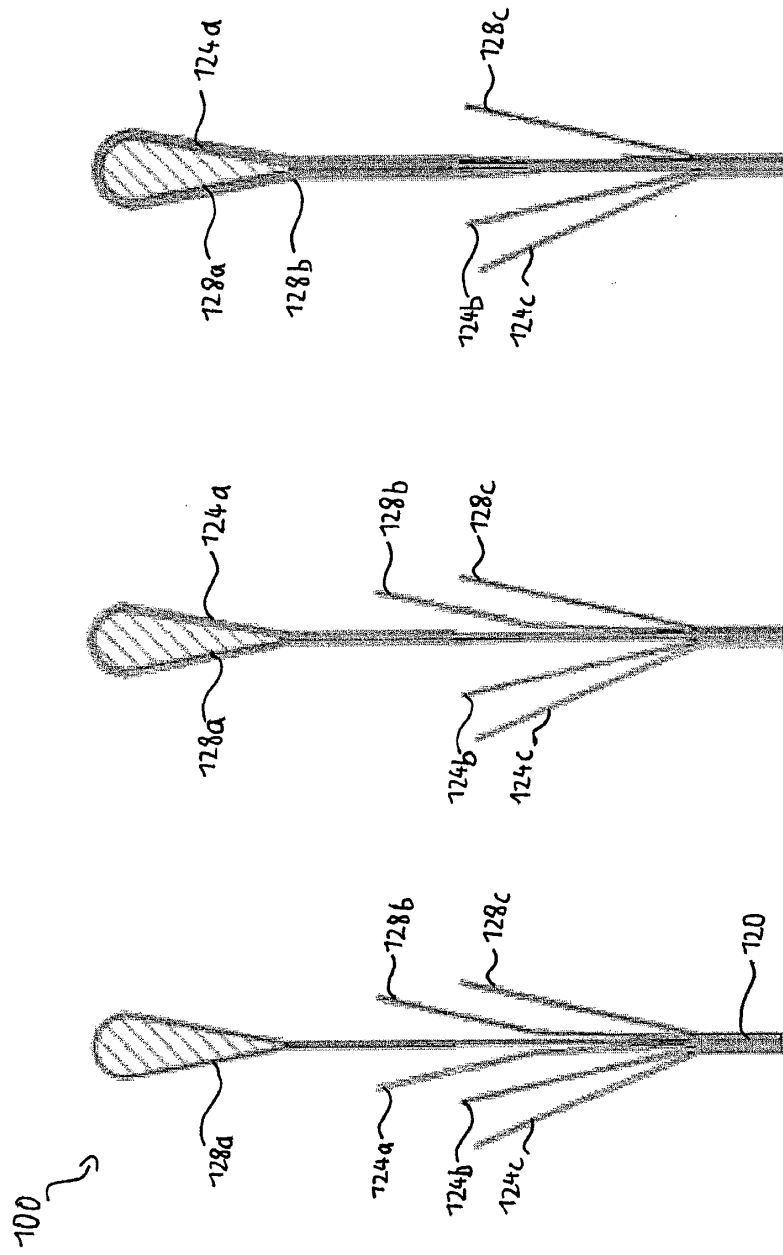


Fig. 2a

Fig. 2b

Fig. 2c

300 ↗

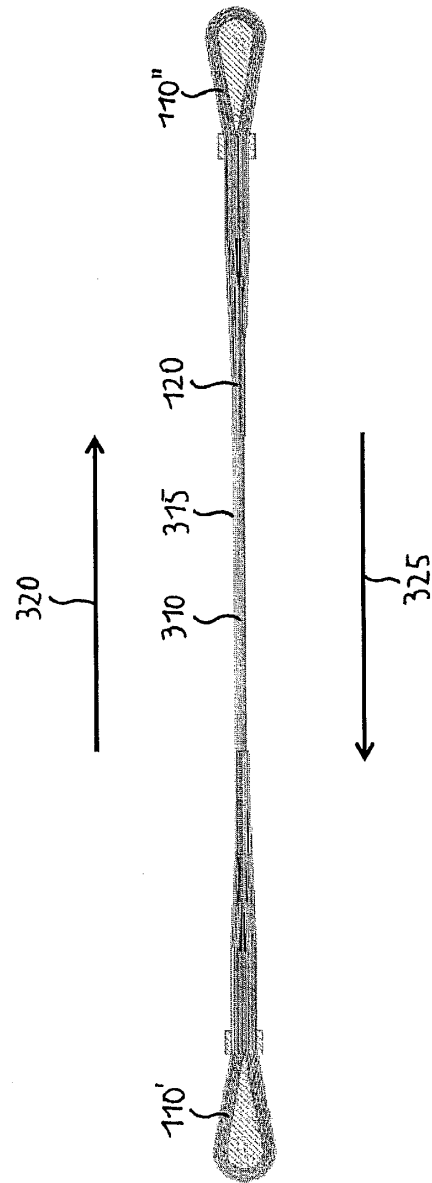


Fig. 3

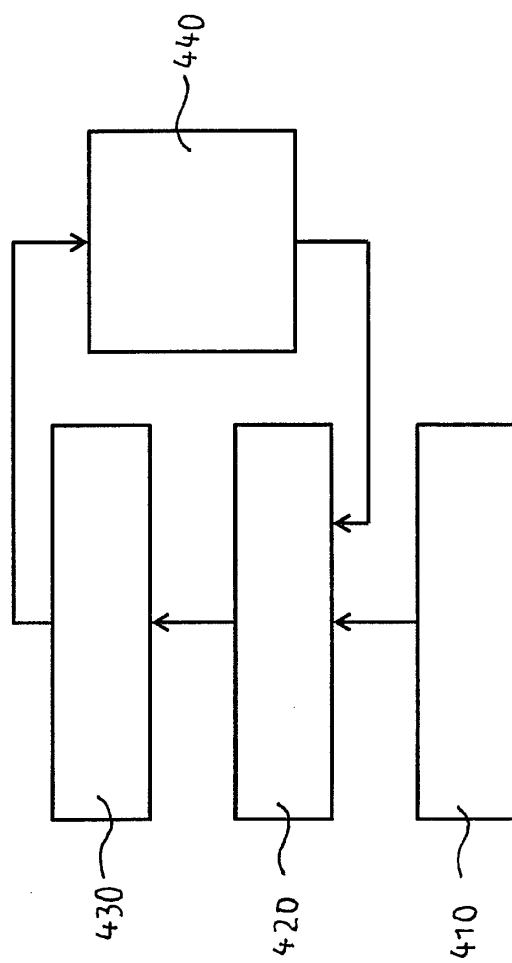


Fig. 4

500 ↗

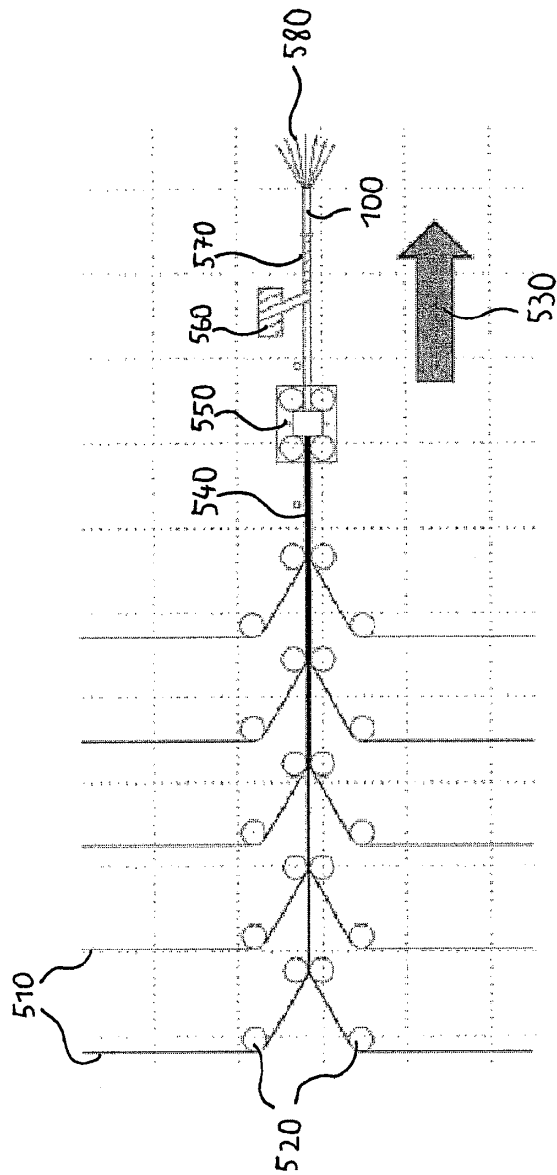


Fig. 5