

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 654 791**

51 Int. Cl.:

D07B 1/04 (2006.01)

D07B 1/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.05.2010** **PCT/JP2010/058685**

87 Fecha y número de publicación internacional: **24.11.2011** **WO11145224**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.05.2010** **E 10851788 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.11.2017** **EP 2573257**

54 Título: **Cable híbrido y método para su producción**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
15.02.2018

73 Titular/es:

KISWIRE LTD. (100.0%)
475 Mangmi-2-Dong Sooyoung-gu
Busan-si 613-130, KR

72 Inventor/es:

HACHISUKA, SHUNJI;
SHUTO, YOICHI;
FURUKAWA, IPPEI;
IM, JAEDUK y
KIM, JONG-EUN

74 Agente/Representante:

COBO DE LA TORRE, María Victoria

ES 2 654 791 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Cable híbrido y método para su producción

5 **Ámbito técnico**

(0001) La presente invención hace referencia a un cable híbrido usado para cables de accionamiento de grúas, cables de amarre de barcos y otros usos, y un método para producir semejante cable híbrido.

10 **Antecedentes en el estado de la técnica**

(0002) Los cables híbridos se usan como cables de accionamiento y cables de amarre. La Fig. 7 muestra normalmente un típico cable de alambre de acero usado para cables de accionamiento y cables de amarre. El cable de alambre de acero (50) incluye un IWRC (en inglés: "Independent Wire Rope Core": "núcleo de cable de alambre independiente") (51) dispuesto en el centro del mismo y seis cordones laterales de acero (52) formados de modo que se colocan alrededor del IWRC (51). El IWRC (51) está formado colocando siete cordones de acero (53).

(0003) La Patente de Estados Unidos nº 4,887,422 manifiesta un cable híbrido que no incluye un IWRC (51) sino un cable de fibra dispuesto en el centro del mismo y múltiples cordones de acero colocados alrededor del cable de fibra. Los cables de fibra son más ligeros que los IWRC, y por ello, el cable híbrido es más ligero que los cables de alambre de acero.

(0004) Generalmente, en cables de fibra, la relación de la fuerza tensil de un cable de fibra respecto a la fuerza tensil de un filamento (una fibra única o un elemento de línea) incluido en el cable de fibra (eficiencia de uso de fuerza) es baja. Es decir, la fuerza tensil de un cable de fibra formado colocando muchos filamentos de fibra es más baja que la fuerza tensil de uno de los filamentos de fibra. Por esta razón, en el uso no del IWRC, sino más bien de un cable de fibra puede resultar en que la fuerza tensil no alcanza a aquélla de los cables de alambre de acero del mismo diámetro que incluyen un IWRC.

(0005) La publicación de solicitud de patente española nº ES 2 203 293 A1 muestra un cable de elevador basado en aramida trenzada. El cable comprende un núcleo central de aramida trenzada revestida con poliuretano y rodeada por una serie de cables. Los cables de acero de cada serie rodean un núcleo central hecho como una hilera de filamentos de acero.

35 **Resumen de la invención**

(0006) La invención se define en las reivindicaciones 1ª y 11ª, respectivamente. Las configuraciones particulares están establecidas en las reivindicaciones dependientes.

40 (0007) En especial, se describe un cable híbrido que muestra

(0008) una fuerza tensil igual o mayor que aquélla de los cables de alambre de acero que incluyen un IWRC.

45 (0009) Además, el cable híbrido descrito no causa fácilmente daños en un cable de fibra.

(0010) La invención presente está enfocada en un cable híbrido que incluye un núcleo de fibra sintética de alta resistencia y múltiples cordones laterales, cada uno formados colocando múltiples cables de acero y colocados en la periferia exterior del núcleo de fibra sintética de alta resistencia, en el cual el núcleo de fibra sintética de alta resistencia comprende un cable de fibra sintética de alta resistencia formado trenzando múltiples haces de fibra sintética de alta resistencia, cada uno compuesto de múltiples filamentos de fibra sintética de alta resistencia, y dado que la inclinación del trenzado de los haces de fibra sintética de alta resistencia está representado por "L" y el diámetro del cable de fibra sintética de alta resistencia está representado por "d", el valor L/d es igual o mayor que 6.7.

55 (0011) El cable de fibra sintética de alta resistencia está formado trenzando múltiples haces de fibra sintética de alta resistencia. Los haces de fibra sintética de alta resistencia están formados, cada uno, agrupando múltiples filamentos de fibra sintética de alta resistencia tales como fibras de aramida, fibras de polietileno de peso molecular ultraligero, fibras de poliarilato, fibras FBO, o fibras de carbono. En la invención presente, el cable de fibra sintética de alta resistencia está formado usando filamentos de fibra sintética, teniendo cada uno una fuerza tensil de 20 g/d (259 kg/mm²) o mayor. Cuando al cable híbrido se le aplica una fuerza tensil, el cable de fibra sintética de alta resistencia que se forma trenzando múltiples haces de fibra sintética de alta resistencia, se contrae un poco (radialmente) hacia adentro. Habida cuenta que la contracción es causada por una fuerza uniforme, la figura del cable de fibra sintética de alta resistencia, es decir, la figura circular transversal puede mantenerse para mostrar un efecto de mantenimiento de forma alta.

65 (0012) Se colocan múltiples cordones laterales en la periferia exterior del cable de fibra sintética de alta resistencia. Los cordones laterales están formados, cada uno, colocando múltiples alambres de acero. Los cordones laterales están formados, cada uno, colocando múltiples alambres de acero. Los múltiples cordones laterales pueden ser

colocados en la periferia exterior del cable de fibra sintética de alta resistencia en una colocación regular o colocación de "Lang". El número de filamentos de fibra sintética de alta resistencia formando cada haz de fibra sintética de alta resistencia y el número de haces de fibra sintética de alta resistencia formando el cable de fibra sintética de alta resistencia se definen, por ejemplo, según el diámetro requerido para el cable híbrido.

(0013) El cable de fibra sintética de alta resistencia tiene un peso menor y un coeficiente elástico, y por ello, mayor resistencia a la fatiga que los núcleos de cable de alambre de acero (por ejemplo, IWRC) del mismo diámetro. Es decir, el cable de fibra sintética de alta resistencia es ligero, se pueden plegar fácilmente, y son menos susceptibles a la fatiga frente a aplicaciones repetitivas de tensión y pliegues. El cable híbrido que usa semejante cable de fibra sintética de alta resistencia es también ligero y ofrece una alta flexibilidad y durabilidad.

(0014) En general, la fuerza tensil de los cables de fibra incluyendo los cables de fibra sintética de alta resistencia varía dependiendo del ángulo de colocación (ángulo de inclinación respecto al eje del cable) de haces de fibra formando el cable de fibra. Cuanto menor es el ángulo de colocación de los haces de fibra, mayor resulta ser la fuerza tensil del cable de fibra, mientras que cuanto mayor es el ángulo de colocación de los haces de fibra, resulta ser menor la fuerza tensil del cable de fibra. El ángulo de colocación de los haces de fibra es proporcional a la inclinación de colocación o de trenzado de los haces de fibra, y de forma inversa, es proporcional al diámetro del cable de fibra.

(0015) El cable híbrido, según la presente invención, está caracterizado por que dado que la inclinación del trenzado de los haces de fibra sintética de alta resistencia que forman el cable de fibra sintética de alta resistencia provisto en el centro del cable híbrido está representado por "L" y el diámetro del cable de fibra sintética de alta resistencia está representado por "d", el valor L/d es igual o mayor que 6.7. Habida cuenta que el diámetro "d" del cable de fibra sintética de alta resistencia está definido, por ejemplo, según el diámetro del cable híbrido que ha de ser proporcionado como producto final, el valor L/d se ajusta, generalmente, por la inclinación del trenzado "L" de los haces de fibra sintética de alta resistencia.

(0016) Cuanto más larga sea la inclinación del trenzado "L" de los haces de fibra sintética de alta resistencia, es decir, cuanto más alto será el valor L/d, menor resulta ser el ángulo de colocación de los haces de fibra sintética de alta resistencia, y de este modo, mayor resulta ser la fuerza tensil del cable de fibra sintética de alta resistencia. Es decir, trenzar múltiples haces de fibra sintética de alta resistencia en una larga inclinación del trenzado "L" puede resultar en un cable de fibra sintética de alta resistencia con una fuerza tensil alta, y por ello, en un cable híbrido con una fuerza tensil alta, incluyendo el cable de fibra sintética de alta fuerza.

(0017) En una prueba tensil se confirmó que el cable de fibra sintética de alta resistencia formado mediante el trenzado de múltiples haces de fibra sintética de alta resistencia, de modo que el valor L/d es igual o mayor que 6.7 ofrecían una fuerza tensil igual o mayor que aquella de cables de alambre de acero (por ejemplo, IWRC) del mismo diámetro formado por la colocación de múltiples alambres de acero. El cable híbrido, según la presente invención, que tiene un cable de fibra sintética de alta resistencia formado por el trenzado de múltiples haces de fibra sintética de alta resistencia, de manera que el valor L/d es igual o mayor que 6.7 ofrece una fuerza tensil igual o mayor que aquella de convencionales cables de alambres de acero (ver Fig. 7) del mismo diámetro, y además es ligero y ofrece una alta flexibilidad y durabilidad, como se mencionó arriba.

(0018) También fue confirmado por una prueba tensil que si el valor L/d es igual o mayor que 6.7, la relación de la fuerza tensil del cable de fibra sintética de alta resistencia respecto a la fuerza tensil del filamento de fibra sintética de alta fuerza (eficiencia de uso de fuerza) es del 50% o más. La invención presente puede incrementar la eficiencia de uso de fuerza del cable de fibra sintética de alta resistencia, y correspondientemente, la fuerza tensil del cable híbrido.

(0019) Cuanto mayor es el valor L/d (cuanto más larga es la inclinación del trenzado "L" de los haces de fibra sintética de alta resistencia), mayor resulta ser la fuerza tensil del cable de fibra sintética de alta resistencia, como se mencionó arriba, mientras que al contrario, resulta ser más bajo el grado de elongación (elongación antes de fractura) del cable de fibra sintética de alta resistencia. Si el grado de elongación del cable de fibra sintética de alta fibra dentro del cable híbrido es más bajo que el grado de elongación de los cordones laterales de acero dispuestos en el exterior en el cable híbrido, sólo el cable de fibra sintética de alta resistencia puede fracturarse dentro del cable híbrido durante el uso del cable híbrido. Para resolver este problema, el grado de elongación del cable de fibra sintética de alta resistencia es preferiblemente igual o mayor que el grado de elongación de los cordones laterales.

(0020) El grado de elongación del cable de fibra sintética de alta resistencia también depende del valor L/d. Los cables de fibra sintética de alta resistencia con un valor más bajo de L/d (con una inclinación más corta del trenzado "L") estructuralmente muestran un grado más bajo de la elongación longitudinal. Por ello, el grado de elongación del cable de fibra sintética de alta resistencia también puede ser ajustado por la inclinación del trenzado "L" de los haces de fibra sintética de alta resistencia.

(0021) El valor L/d está preferiblemente limitado a ser igual o menor que 13. Fue confirmado por una prueba tensil que el cable de fibra sintética de alta resistencia, si el valor L/d es igual o menor que 13, mostraba una elongación del 4% o más. El grado de elongación de los cordones laterales de acero usados en cables híbridos es, generalmente, de 3 a 4%. Si el valor L/d es 13, como se mencionó arriba, el cable de fibra sintética de alta

resistencia muestra una elongación de 4%, aproximadamente la misma que el grado de elongación de los cordones laterales. Si el valor L/d es menor que 13, el grado de elongación del cable de fibra sintética de alta resistencia resulta ser mayor que el grado de elongación de los cordones laterales. Ello puede reducir la posibilidad de que sólo el cable de fibra sintética de alta resistencia se pueda fracturar dentro del cable híbrido durante el uso del cable híbrido. Se entiende que el valor L/d puede ser incluso menor (por ejemplo, limitado a ser igual o menor que 10) para reducir aún más la posibilidad de que sólo el cable de fibra sintética de alta resistencia se pueda fracturar dentro del cable híbrido durante el uso del cable híbrido.

(0022) En una ejecución, el núcleo de fibra sintética de alta resistencia comprende además una envoltura trenzada formada trenzando múltiples haces de fibra, compuesto cada uno de múltiples filamentos de fibra, y cubriendo la periferia exterior del cable de fibra sintética de alta resistencia. Cada haz de fibra incluido en la envoltura trenzada está formado agrupando muchas fibras sintéticas (fibras sintéticas de alta resistencia o fibras sintéticas comunes) o filamentos de fibra natural. La envoltura trenzada está formada de modo que está dispuesta transversalmente en la periferia exterior del cable de fibra sintética de alta resistencia. Cuando al cable híbrido se le aplica una fuerza tensil, la envoltura trenzada se contrae (radialmente) hacia el interior para comprimirse en la periferia exterior del cable de fibra sintética de alta resistencia con una fuerza uniforme. De este modo, la figura del cable de fibra sintética de alta resistencia, es decir, la figura circular transversal puede mantenerse también por la envoltura trenzada para prevenir la deformación local (pérdida de la figura) en el cable de fibra sintética de alta resistencia, y por ello, el deterioro de la fuerza tensil. Adicionalmente, la envoltura trenzada puede prevenir que el cable de fibra sintética de alta resistencia se raye o se dañe.

(0023) En otra ejecución, el núcleo de fibra sintética de alta resistencia comprende, además, una capa de resina que cubre la periferia exterior de la envoltura trenzada. La periferia exterior de la envoltura trenzada está cubierta, por ejemplo, de una capa de resina de pastico sintética. La capa de resina puede absorber o reducir fuerzas de impacto, en el caso de que se ejerzan, para prevenir aún más que el cable de fibra sintética de alta resistencia sea dañado o deformado.

(0024) La capa de resina tiene, preferiblemente, un espesor de 0.2 mm o más. La capa de resina, si es demasiado fina, puede fracturarse. Con un espesor de 0.2 mm o más, fuerzas de impacto que se ejerzan en el cable de fibra sintética de alta resistencia proporcionadas en el centro del cable híbrido pueden ser absorbidas o reducidas suficientemente.

(0025) Si la capa de resina es demasiado espesa, mientras que el diámetro del cable híbrido está especificado como producto final, el cable de fibra sintética de alta resistencia, inevitablemente tiene que tener un diámetro relativamente pequeño. El área transversal de la capa de resina, preferiblemente, es de menor que 30% del área transversal del núcleo de fibra sintética de alta resistencia, que consiste en tres capas: cable de fibra sintética de alta resistencia, envoltura trenzada y capa de resina. Es decir, si el área transversal de la capa de resina está representada por $D1$ y el área transversal del núcleo de fibra sintética de alta resistencia está representada por $D2$, el valor $D1/D2$ es menor que 0.3. Como producto final, el cable híbrido puede ofrecer una fuerza tensil predeterminada, porque el cable de fibra sintética de alta resistencia supone un porcentaje mayor del núcleo de fibra sintética de alta resistencia.

(0026) Un cable de fibra sintética de alta resistencia puede disponerse no solamente en el centro del cable híbrido, sino también en el centro de cada uno de los múltiples cordones laterales más exteriores en el cable híbrido. En una ejecución, un cable de fibra sintética de alta resistencia está dispuesto en el centro de cada uno de los múltiples cordones laterales. Esto permite al cable híbrido tener un peso menor y una resistencia a la fatiga más alta. Se entiende que el cable de fibra sintética de alta resistencia dispuesto en el centro de cada cordón lateral puede ser cubierto de una capa de resina. Además, semejante envoltura trenzada, como se mencionó más arriba, puede formarse entre la periferia exterior del cable de fibra sintética de alta resistencia dispuesto en el centro de cada cordón lateral y la capa de resina.

(0027) También en cada uno de los múltiples cordones laterales, el área transversal de la capa de resina supone, preferiblemente, menos del 30% del área transversal de las tres capas: cable de fibra sintética de alta resistencia, envoltura trenzada, y capa de resina. Es decir, si el área transversal de la capa de resina está representada por $D3$, el área transversal del cable de fibra sintética de alta resistencia está representada por $D4$, y el área transversal de la envoltura trenzada está representada por $D5$ en cada uno de los múltiples cordones laterales, el valor $D3/(D3+D4+D5)$ es menor que 0.3.

(0028) En una ejecución, los cordones laterales están preparados en una forma "Seale". Comparado con la forma "Warrington", la porción periférica interior en la forma "Seale" tiene una sección transversal más cercana a un círculo. La figura circular transversal del cable de fibra sintética de alta resistencia dispuesto en el centro de cada cordón lateral puede mantenerse para prevenir la deformación (pérdida de la figura) del cable, y por ello, el deterioro de la fuerza tensil.

(0029) La presente invención está orientada también a un método para producir dicho cable híbrido, como se mencionó más arriba, en el cual múltiples cordones laterales formados por la colocación de múltiples alambres de acero colocados en la periferia exterior del cable de fibra sintética de alta resistencia formado trenzando múltiples haces de fibra sintética de alta resistencia, cada uno compuesto por múltiples filamentos de fibra sintética de alta

resistencia, en el cual la inclinación del trenzado "L" de los haces de fibra sintética de alta resistencia está ajustada de manera que la fuerza tensil del cable de fibra sintética de alta resistencia es igual o mayor que la fuerza tensil de un cable de alambre de acero del mismo diámetro y el grado de la elongación del cable de fibra sintética de alta resistencia es igual o mayor que el grado de elongación de los cordones laterales.

Breve descripción de los dibujos

(0030)

Figura 1 es una vista transversal de un cable híbrido según una primera ejecución.

Figura 2 es una vista frontal del cable híbrido según la primera ejecución.

Figuras 3A y 3B muestran un resultado de prueba tensil en un cable de fibra sintética de alta resistencia incluido en el cable híbrido, según la primera ejecución.

Figuras 4A y 4B muestran otro resultado de prueba tensil en un cable de fibra sintética de alta resistencia incluido en el cable híbrido, según la primera ejecución.

Figura 5 es una vista transversal del cable híbrido, según una segunda ejecución.

Figura 6 es una vista transversal de un cable híbrido, según una tercera ejecución.

Figura 7 es una vista transversal de un cable de alambre que tiene una estructura convencional.

Mejor modo de ejecutar la invención

(0031) La Fig. 1 es una vista transversal de un cable híbrido, según una primera ejecución. La Fig. 2 es una vista de planta del cable híbrido mostrado en la Fig. 1, con un cable de fibra, una envoltura trenzada y una capa de resina incluidos en un núcleo en el centro del cable híbrido estando parcialmente al descubierto. Para una mejor ilustración, la proporción de la escala difiere entre las Fig. 1 y 2.

(0032) El cable híbrido (1) incluye un núcleo de fibra sintética de alta resistencia (2), denominado "Super Fiber Core" ("núcleo de fibra súper") (en adelante se le hace referencia como SFC (2)), que contiene fibras de aramida sintética de alta resistencia y seis cordones laterales de acero (6) formados de manera que se colocan alrededor del SFC (2). El SFC 2 está dispuesto transversalmente en el centro del cable híbrido (1). Tanto el cable híbrido (1) como el SFC (2) tienen una figura aproximadamente transversal circular.

(0033) El SFC (2) incluye un cable de fibra sintética de alta resistencia (3) dispuesto en el centro del mismo y rodeado por una envoltura trenzada (4). La periferia exterior de la envoltura trenzada (4) está cubierta también por una capa de resina (5).

(0034) El cable de fibra sintética de alta resistencia (3) está formada por la preparación de múltiples series de dos haces de múltiples filamentos de fibra de aramida de alta resistencia (31) (en adelante se le hace referencia como haces de fibra sintética de alta resistencia (30)) y por el trenzado de múltiples haces de fibra sintética de alta resistencia (30). Si la inclinación del trenzado de los haces de fibra sintética de alta resistencia (30) (longitud por un enrollamiento de los haces de fibra sintética de alta resistencia trenzados (30)) está representado por "L" y el diámetro del cable de fibra sintética de alta resistencia (3) está representado por "d", el valor L/d está dentro del ámbito de $6.7 \leq L/d \leq 13$. La Fig. 2 muestra un caso en que el valor L/d es aproximadamente 7.0. El significado técnico de limitar el valor L/d dentro del ámbito se describirá en detalle más adelante.

(0035) El cable de fibra sintética de alta resistencia (3) tiene un peso menor y un coeficiente elástico menor, y por ello, mayor resistencia a la fatiga que los núcleos de cable de alambre de acero (por ejemplo, IWRCs) (véase la Fig. 7) del mismo diámetro. El cable híbrido (1) que emplea dicho cable de fibra sintética de alta resistencia (3) también es ligero y ofrece una alta flexibilidad y durabilidad. Además, el cable de fibra sintética de alta resistencia (3), que está formado por el trenzado de múltiples haces de fibra sintética de alta resistencia (30), muestra estructuralmente una elongación longitudinal y, cuando se le aplica una fuerza tensil, se contrae (radialmente) hacia el interior con una fuerza uniforme. Por ello, la figura del cable de fibra sintética de alta resistencia (3), es decir, la figura transversal circular es probable que se mantenga durante el uso del cable híbrido (1).

(0036) La envoltura trenzada (4) está formada por el trenzado de múltiples haces de fibra de poliéster (40) alrededor de la periferia exterior del cable de fibra sintética de alta resistencia (3). Cada haz de fibra de poliéster (40) está formado agrupando múltiples filamentos de fibra de poliéster (41). La envoltura trenzada (4) está formada transversalmente en una figura prácticamente circular a lo largo de la periferia exterior del cable de fibra sintética de alta resistencia (3). La envoltura trenzada (4) puede prevenir que el cable de fibra sintética de alta resistencia (3) se arañe, se dañe o se fracture.

(0037) La longitud completa de la periferia exterior del cable de fibra sintética de alta resistencia (3) está rodeado por la envoltura trenzada (4). La envoltura trenzada (4) que está formada por el trenzado de haces de fibra de poliéster (40) se contrae (radialmente) hacia el interior, cuando se le aplica una fuerza tensil, para comprimirse en la periferia exterior del cable de fibra sintética de alta resistencia (3) con una fuerza uniforme. Por ello, la figura del cable de fibra sintética de alta resistencia (3) es probable que se mantenga, también por la envoltura trenzada (4) durante el uso del cable híbrido (1). Esto puede prevenir que el cable de fibra sintética de alta resistencia (3) se deforme localmente, al ser posible que se fracture en ese lugar.

(0038) La longitud completa de la periferia exterior de la envoltura trenzada (4) está cubierta de una capa de resina de polipropileno (5). La capa de resina (5) es plástico, para así prevenir que el cable de fibra sintética de alta resistencia (3) se arañe y para que absorba o reduzca fuerzas de impacto, si se ejercen, para prevenir que el cable de fibra sintética de alta resistencia (3) se dañe, se fracture o se deforme. La capa de resina (5) tiene un espesor de 0.2 mm o más para no fracturarse durante el uso del cable híbrido (1). Se entiende que la capa de resina (5) no requiere tener un espesor innecesario y el área transversal de la misma es, preferiblemente, de menos del 30% del área transversal del SFC (2).

(0039) Seis cordones laterales (6) están colocados alrededor de la periferia exterior del SFC (2), que tiene una estructura de tres capas que consisten en el cable de fibra sintética de alta resistencia (3), la envoltura trenzada (4), y la capa de resina (5). Cada cordón lateral (6) está formado por la colocación (41) de alambres de acero en forma de "Warrington" (6 X WS (41)). También, cada cordón lateral (6) puede ser colocado en una colocación regular o de "Lang."

(0040) La Fig. 3A muestra un resultado de prueba tensil en la eficiencia de uso de fuerza (índice de utilización de la fuerza) del cable de fibra sintética de alta resistencia (3). La Fig. 3B muestra gráficamente el resultado de prueba tensil de la Fig. 3A, en la cual el eje vertical representa la eficiencia de uso de fuerza (%), mientras que el eje horizontal representa el valor L/d. La Fig. 3B muestra múltiples gráficos basados en el resultado de prueba tensil de la Fig. 3A y una curva aproximada obtenida de estos gráficos.

(0041) En la prueba tensil, múltiples (nueve en este ejemplo) cables de fibra sintética de alta resistencia (3) fueron preparados teniendo un diámetro constante "d" (9.8 mm) y sus respectivas diferentes inclinaciones de trenzado "L" y fueron cortados en una longitud predeterminada. Un extremo de cada cable de fibra sintética de alta resistencia (3) cortado en la longitud predeterminada fue fijado, mientras que el otro extremo del mismo fue extraído. La carga tensil fue aumentada gradualmente y fue registrada (como carga de fractura) cuando el cable de fibra sintética de alta resistencia (3) se fracturó. La carga de fractura registrada fue entonces dividida por el valor denier del cable de fibra sintética de alta resistencia (3) para obtener la fuerza tensil del cable de fibra sintética de alta resistencia (3) (unidad: g/d). El cable de fibra sintética de alta resistencia (3) para la prueba tensil fue preparado usando filamentos de fibra sintética de alta resistencia (31) que tenían 1500 denier y una fuerza tensil de 25 g/d. La fuerza tensil (28 g/d) del filamento de fibra sintética de alta resistencia (31) fue dividido entonces por la fuerza tensil de cada cable de fibra sintética de alta resistencia (3) obtenida en la prueba tensil y multiplicada por 100 para obtener una eficiencia de uso de fuerza (unidad: %). La eficiencia de uso de fuerza de cada cable de fibra sintética de alta resistencia (3) representa cómo de eficientemente usa el cable de fibra sintética de alta resistencia (3) la fuerza tensil del filamento de fibra sintética de alta resistencia (31).

(0042) Haciendo referencia a la Fig. 3A, la fuerza tensil de cada cable de fibra sintética de alta resistencia (3) es menor que la fuerza tensil (28 g/d) del filamento de fibra sintética de alta resistencia (31) incluido en el cable de fibra sintética de alta resistencia (3).

(0043) Haciendo referencia a las Fig. 3A y 3B, cuanto más alto es el valor L/d, más alta es relativamente la eficiencia de uso de fuerza, mientras que cuanto más bajo es el valor L/d, más baja es la eficiencia de uso de fuerza. Comparado con cables de fibra sintética de alta resistencia (3) con un L/d más alto (por ejemplo, con una inclinación de trenzado "L" más larga con un diámetro constante "d"), los haces de fibra sintética de alta resistencia (30) incluidos en los cables de fibra sintética de alta resistencia (3) con un L/d más bajo (por ejemplo con una inclinación de trenzado "L" más corto con un diámetro constante "d") tienen un ángulo de colocación mayor (ángulo de inclinación respecto al eje del cable), que causa que a los filamentos de fibra sintética de alta resistencia (31) se le aplique sólo una fuerza longitudinal débil cuando son extraídos. Por dicha razón, los cables de fibra sintética de alta resistencia (3) con un L/d más bajo se consideran que tienen una fuerza tensil y una eficiencia de uso de fuerza más bajas. Se requiere que aumente el valor L/d para obtener un cable de fibra sintética de alta resistencia (3) con una fuerza tensil y una eficiencia de uso de fuerza más altas.

(0044) Fue confirmado por la prueba tensil que ajustando el valor L/d (inclinación del trenzado "L") para que sea igual o mayor que 6.7 ofrecía una fuerza tensil igual o más alta que la fuerza tensil (aprox. 14.0 g/d) de los cables de alambre de acero (por ejemplo, IWRCs) (ver Fig. 7) del mismo diámetro. También se confirmó por la prueba tensil que los cables de fibra sintética de alta resistencia (3) con un valor L/d de 6.7 o más alto tienen una eficiencia de uso de fuerza más alta que 50%. Lo mismo es válido para cables de fibra sintética de alta resistencia (3) que tienen sus respectivos diferentes diámetros.

(0045) La Fig. 4A muestra otro resultado de prueba tensil sobre el grado de elongación del cable de fibra sintética de alta resistencia (3). La Fig. 4B muestra gráficamente el resultado de la prueba tensil de la Fig. 4A, en la que el eje vertical representa el grado de elongación (%) mientras que el eje horizontal representa el valor L/d. La Fig. 4B muestra múltiples gráficos basados en el resultado de la prueba tensil de la Fig. 4A y una curva aproximada obtenida de estos gráficos. Además, en esta prueba tensil sobre el grado de elongación, los múltiples (cinco en este ejemplo) cables de fibra sintética de alta resistencia (3) fueron preparados teniendo un diámetro constante "d" (9.8 mm) y sus respectivas diferentes inclinaciones de trenzado "L" de los haces de fibra sintética de alta resistencia (30). Un extremo de cada cable de fibra sintética de alta resistencia (3) cortado a una longitud predeterminada fue fijado, mientras que el otro extremo del mismo fue extraído. La carga tensil se aumentó gradualmente y, cuando se fracturó

el cable de fibra sintética de alta resistencia (3), el grado de elongación (%) fue medido en relación con la longitud predeterminada antes de la prueba tensil.

(0046) Como se mencionó más arriba, cuanto más alto es el valor L/d , más altas son la fuerza tensil y la eficiencia de uso de fuerza del cable de fibra sintética de alta resistencia (3). Sin embargo, haciendo referencia a la Fig. 4B, cuanto más alto es el valor L/d , más bajo es el grado de elongación del cable de fibra sintética de alta resistencia (3). Esto es así por la razón de que los haces de fibra sintética de alta resistencia (30) incluidos en los cables de fibra sintética de alta resistencia (3) con un L/d más alto tienen un ángulo de colocación más pequeño, teniendo como resultado un grado de elongación bajo estructuralmente. Si el grado de elongación del cable de fibra sintética de alta resistencia (3) es bajo, el cable de fibra sintética de alta resistencia (3) se puede fracturar dentro del cable híbrido (1) durante el uso del cable híbrido (1) antes que los cordones laterales (6). El grado de elongación del cable de fibra sintética de alta resistencia (3) se requiere que sea al menos igual que el grado de elongación de los cordones laterales (6) usados en el cable híbrido (1).

(0047) El grado de elongación del cable de fibra sintética de alta resistencia (3) depende del valor L/d del cable de fibra sintética de alta resistencia (3). El valor L/d del cable de fibra sintética de alta resistencia (3) se ajusta, por ello, de tal modo que el grado de elongación del cable de fibra sintética de alta resistencia (3) es igual o más alto que el grado de elongación de los cordones laterales (6) usados en el cable híbrido (1). Por ejemplo, si el grado de elongación de los cordones laterales (6) usados en el cable híbrido (1) es 3%, el valor L/d del cable de fibra sintética de alta resistencia (3) se ajusta de tal modo que el grado de elongación del mismo es 3% o más alto, o preferiblemente y flexiblemente 4% o más alto. Fue confirmado por la prueba tensil que el grado de elongación del 4% ó más alto puede ser conseguido con un valor L/d de 13 o más bajo. El valor L/d de 13 o más bajo permite al cable de fibra sintética de alta resistencia (3) tener un grado de elongación igual o más alto que aquél de los cordones laterales (6), lo cual puede reducir la posibilidad de que sólo el cable de fibra sintética de alta resistencia (3) pueda fracturarse durante el uso del cable híbrido (1).

(0048) Se entiende que el valor L/d puede ser incluso más bajo (por ejemplo, limitado a ser igual o más bajo que 10) para permitir al cable de fibra sintética de alta resistencia (3) tener un grado de elongación más alto de forma fiable. Esto puede además reducir la posibilidad de que el cable de fibra sintética de alta resistencia (3) se pueda fracturar antes que los cordones laterales (6).

(0049) La Fig. 5 es una vista transversal de un cable híbrido según una segunda ejecución. El cable híbrido (1A) según la segunda ejecución difiere del cable híbrido (1) según la primera ejecución en que SFC (2a) está formado no sólo en el centro del cable híbrido (1A), sino también en el centro de cada uno de los seis cordones laterales (6a).

(0050) Igual que SFC (2), el SFC (2a) provisto en el centro de cada uno de los seis cordones laterales (6a) tiene también una estructura de tres capas que consisten en un cable de fibra sintética de alta resistencia (3a), una envoltura trenzada (4a), y una capa de resina (5a). Habida cuenta que el peso de los seis cordones laterales (6a) es reducido, el peso de todo el cable híbrido (1A) es reducido aún más. La capa de resina (5a) no tiene que tener un espesor innecesario y el área transversal tiene, preferiblemente, menos de 30% del área transversal del SFC (2a).

(0051) La Fig. 6 es una vista transversal de un cable híbrido (1B) según una tercera ejecución, difiriendo del cable híbrido (1A) (ver Fig. 5) según la segunda ejecución en que los cordones laterales (6b) están formados no en una forma "Warrington" sino en una forma "Seale". En la forma "Seale", los cordones laterales (6b) entran en contacto con el SFC (2a) de una manera más redondeada que uniforme que en la forma "Warrington", y la figura circular transversal del cable de fibra sintética de alta resistencia (3) es probable que se mantenga.

(0052) Habida cuenta que la figura circular del cable de fibra sintética de alta resistencia (3) es probable que se mantenga en una forma "Seale", en el cable híbrido (1B) según la tercera ejecución mostrada en la Fig. 6, el SFC (2a) dentro de cada cordón lateral (6b) puede excluir la envoltura trenzada (4a) para tener una estructura de dos capas que consiste en el cable de fibra sintética de alta resistencia (3a) y en la capa de resina (5a).

(0053) Aunque los cables híbridos (1, 1A, 1B) descritos más arriba, cada uno incluye seis cordones laterales (6, 6a, 6b), el número de los cordones laterales no está limitado a seis, sino que pueden ser de siete hasta diez, por ejemplo.

REIVINDICACIONES

1ª.- Un cable híbrido (1, 1A, 1B) que comprende un núcleo de fibra sintética de alta resistencia (2) y múltiples cordones laterales (6, 6a, 6b) cada uno formado por la colocación de múltiples alambres de acero y siendo colocados en la periferia exterior del núcleo de fibra sintética de alta resistencia (2), en el cual el núcleo de fibra sintética de alta resistencia (2) comprende un cable de fibra sintética de alta resistencia (3) formado por el trenzado de múltiples haces de fibra sintética de alta resistencia (30) cada uno compuesto de múltiples filamentos de fibra sintética de alta resistencia (31), teniendo cada filamento de fibra sintética de alta resistencia (31) una fuerza tensil de 259 kg/mm² o más alta, y en el cual dado que la inclinación del trenzado de los haces de fibra sintética de alta resistencia (30) está representada por "L" y el diámetro del cable de fibra sintética de alta resistencia (3) está representado por "d", el valor L/d es igual o más alto que 6.7.

2ª.- El cable híbrido (1, 1A, 1B) según la reivindicación 1ª, en el que el grado máximo de elongación del cable de fibra sintética de alta resistencia (3) es igual o más alto que el máximo grado de elongación de los cordones laterales (6, 6a, 6b).

3ª.- El cable híbrido (1, 1A, 1B) según la reivindicación 1ª ó 2ª, en el que el valor L/d es igual o más bajo que 13.

4ª.- El cable híbrido (1, 1A, 1B) según la reivindicación 1ª, en el que el núcleo de fibra sintética de alta resistencia (2) comprende, además, una envoltura trenzada (4) formada por el trenzado de múltiples filamentos de fibra (41) y la periferia exterior del cable de fibra sintética de alta resistencia (3) está cubierta por la envoltura trenzada (4).

5ª.- El cable híbrido (1, 1A, 1B) según la reivindicación 4ª, en el que el núcleo de fibra sintética de alta resistencia (2) comprende, además, una capa de resina (5) cubriendo la envoltura trenzada (4).

6ª.- El cable híbrido (1, 1A, 1B) según la reivindicación 5ª, en el que dado que el área transversal del núcleo de fibra sintética de alta resistencia (2) está representado por D1 y el área transversal del núcleo de fibra sintética de alta fuerza (2) está representada por D2, el valor D1/D2 es más bajo que 0.3.

7ª.- El cable híbrido (1A, 1B) según cualquiera de las reivindicaciones 1ª hasta 6ª, en el que otro cable de fibra sintética de alta resistencia (3a) formado por el trenzado de múltiples haces de fibra sintética de alta resistencia, cada uno compuesto por múltiples filamentos de fibra sintética de alta resistencia, está dispuesto en el centro de cada uno de los múltiples cordones laterales (6a, 6b), teniendo cada filamento de fibra sintética de alta resistencia del otro cable de fibra sintética de alta resistencia (3a) una fuerza tensil de 259 kg/mm² ó más alta.

8ª.- El cable híbrido (1A, 1B) según la reivindicación 7ª, en el que el otro cable de fibra sintética de alta resistencia (3a) dispuesto en el centro de cada uno de los cordones laterales (6a, 6b) está cubierto con otra capa de resina (5a).

9ª.- El cable híbrido (1A, 1B) según la reivindicación 8ª, en el que otra envoltura trenzada (4a) formada por el trenzado de múltiples haces de fibra, cada uno compuesto por múltiples filamentos de fibra se provee entre el otro cable de fibra sintética de alta resistencia (3a) y la otra capa de resina (5a) en cada uno de los múltiples cordones laterales (6a, 6b).

10ª.- El cable híbrido (1A, 1B) según la reivindicación 9ª, en el que dado que el área transversal de la otra capa de resina (5a) está representada por D3, el área transversal del otro cable de fibra sintética de alta resistencia (3a) está representado por D4, y el área transversal de la otra envoltura trenzada (4a) está representada por D5 en cada uno de los múltiples cordones laterales (6a, 6b), el valor D3/(D3+D4+D5) es más bajo que 0.3.

11ª.- Un método para producir un cable híbrido (1, 1A, 1B), comprendiendo el método los pasos de:

formación de un cable de fibra sintética de alta resistencia (3) mediante el trenzado de haces de fibra sintética de alta resistencia (30), cada uno compuesto de múltiples filamentos de fibra sintética de alta resistencia (31), teniendo cada filamento de fibra sintética de alta resistencia (31) una fuerza tensil de 259 kg/mm² o más alta,

formación de múltiples cordones laterales (6, 6a, 6b), cada uno de los múltiples cordones laterales (6, 6a, 6b) formados mediante la colocación de múltiples alambres de acero, y colocación de múltiples cordones laterales (6, 6a, 6b) en la periferia exterior del cable de fibra sintética de alta resistencia (3),

en el cual, dado que la inclinación del trenzado de los haces de fibra sintética de alta resistencia (30) está representada por "L" y el diámetro del cable de fibra sintética de alta resistencia (3) está representado por "d", el valor L/d es igual o más alto que 6.7.

12ª.- El método de la reivindicación 11ª, en el cual el máximo grado de elongación del cable de fibra sintética de alta resistencia (3) es igual o más alto que el máximo grado de elongación de los cordones laterales (6, 6a, 6b).

Fig. 1

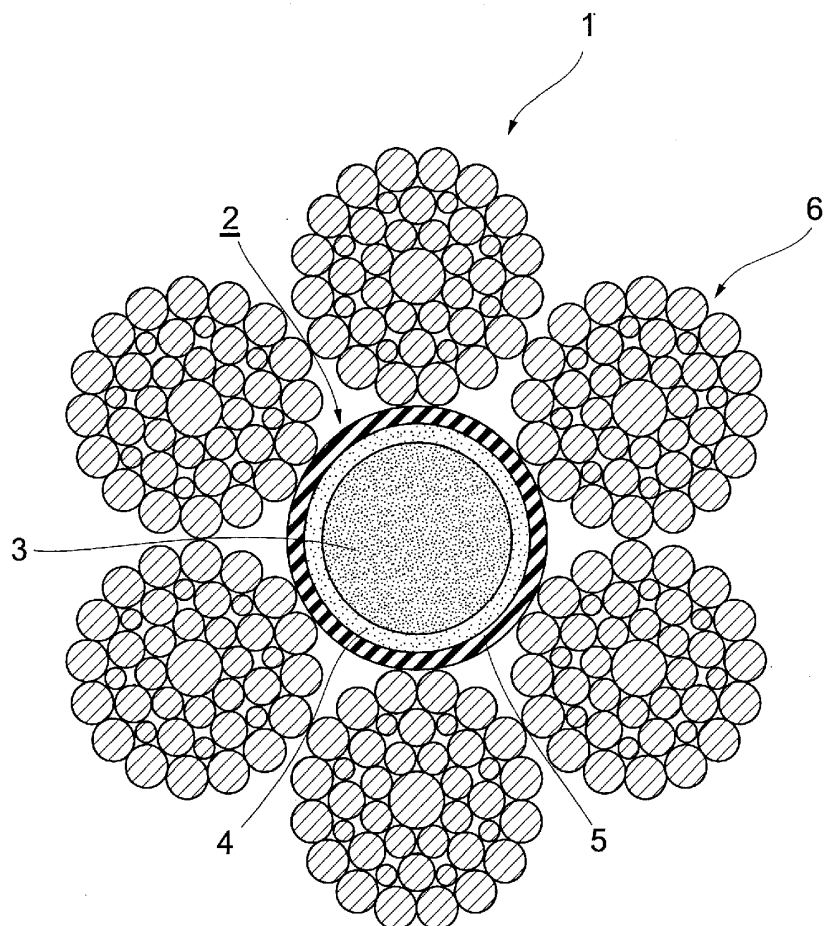


Fig. 2

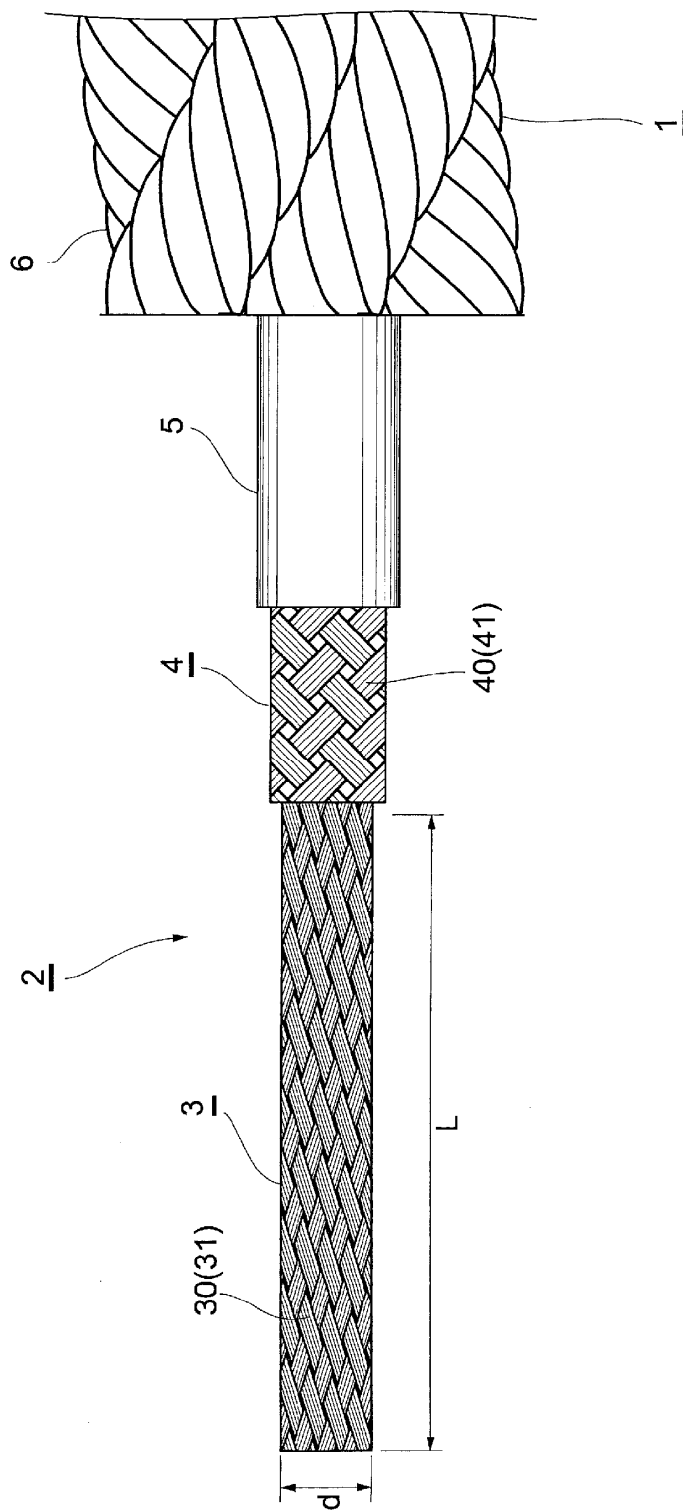


Fig. 3A

L/d	FUERZA TENSIL (g/d)	EFICIENCIA DE USO DE FUERZA (%)
5.9	11.2	40.0%
9.7	18.1	64.5%
10.0	18.2	65.0%
13.3	17.5	62.4%
13.5	18.3	65.5%
13.6	18.8	67.1%
16.7	16.9	60.3%
16.9	19.5	69.8%
21.3	18.2	65.2%

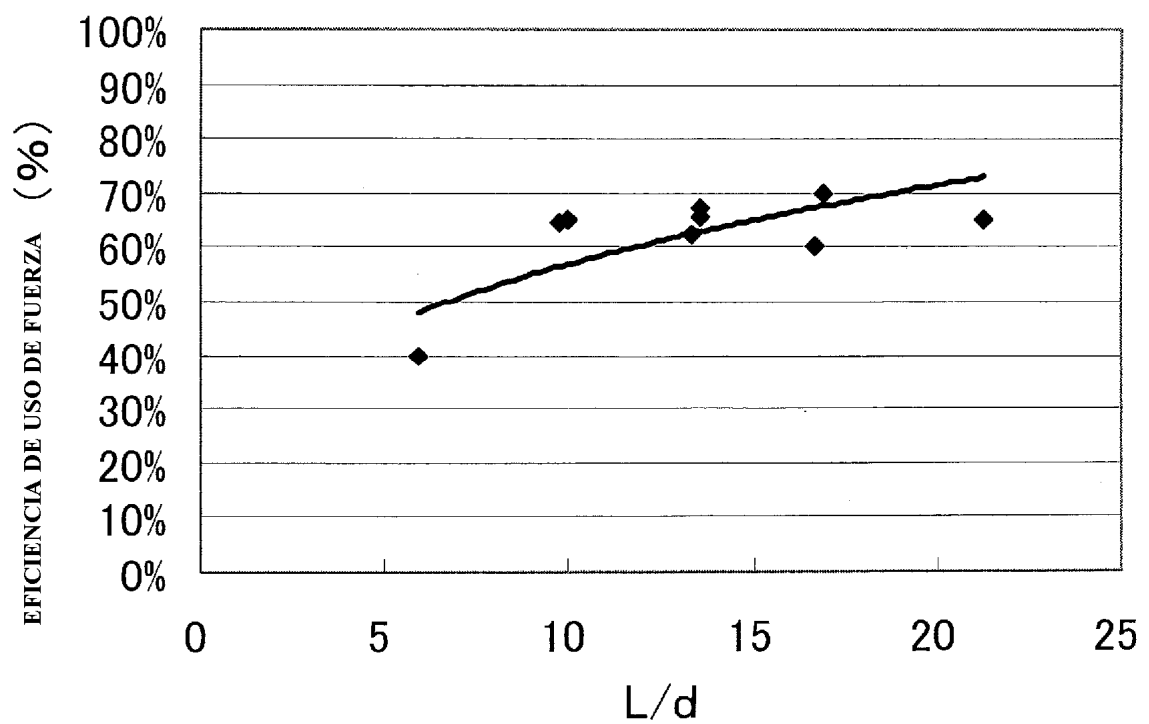
Fig. 3B

Fig. 4A

L/d	ELONGACIÓN (%)
5	6
6.7	5.4
10	4.6
13	4
16	3

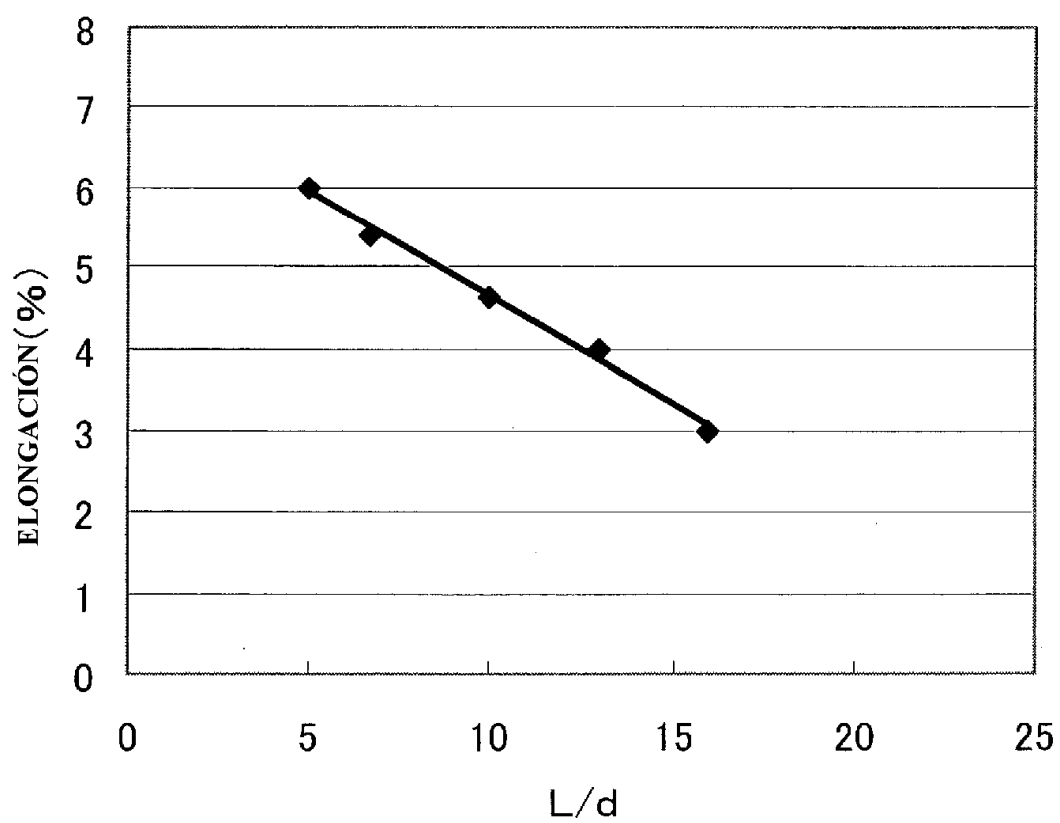
Fig. 4B

Fig. 5

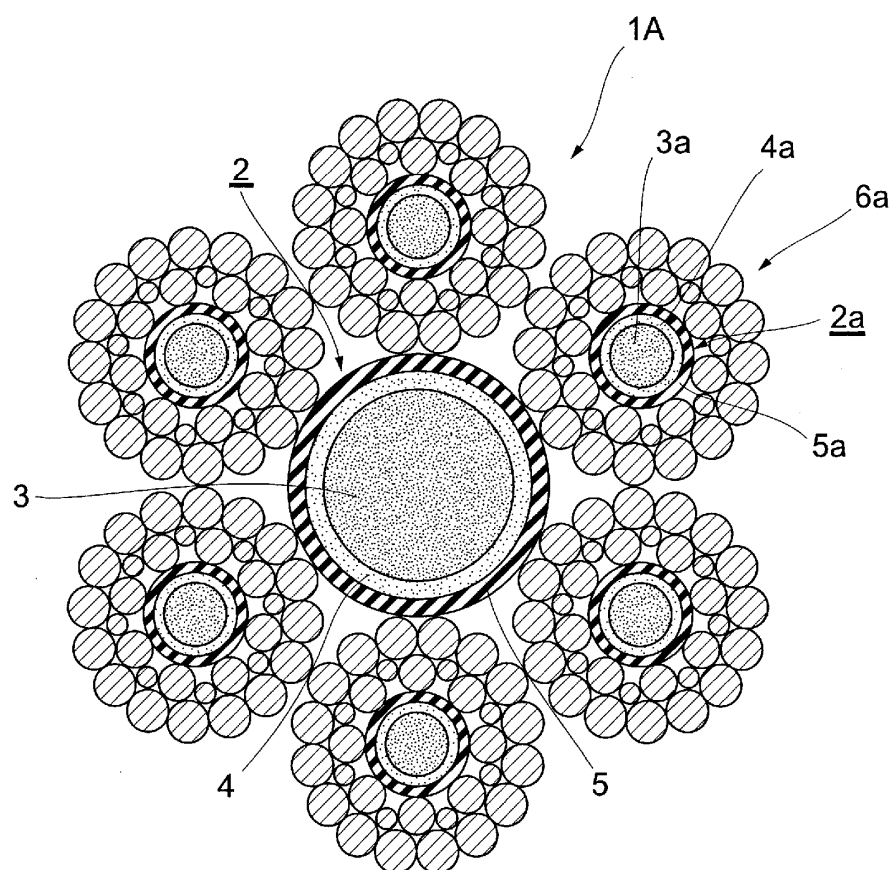


Fig. 6

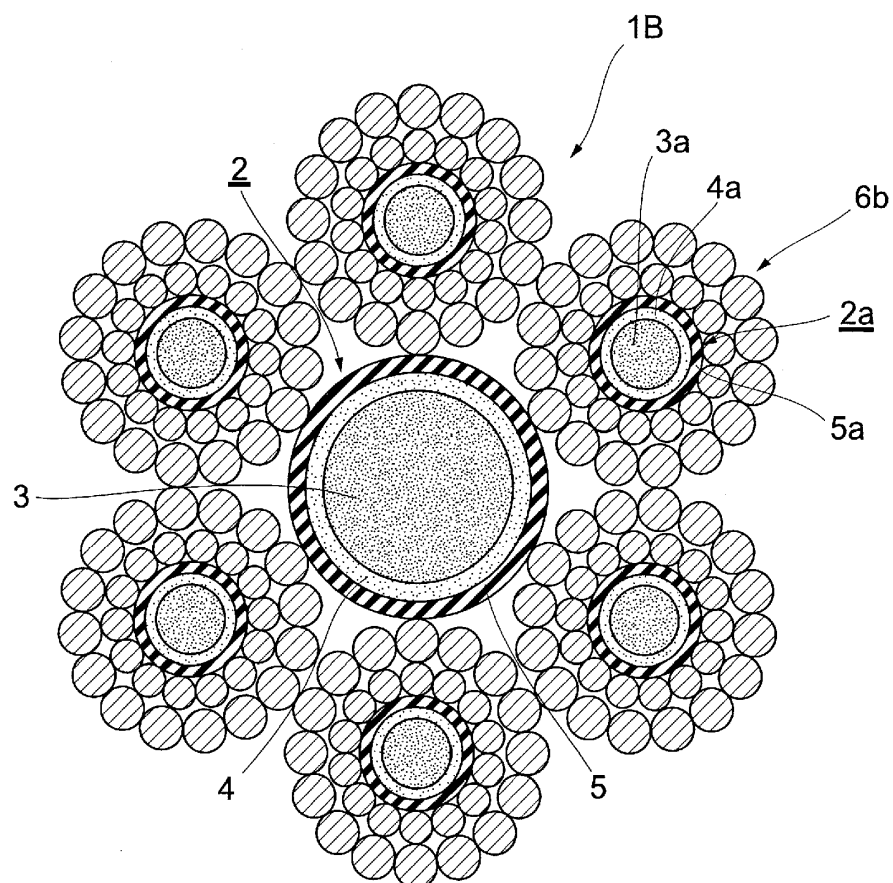


Fig. 7

