

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 599 385**

51 Int. Cl.:

D07B 1/06

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.04.2013 PCT/EP2013/057834**

87 Fecha y número de publicación internacional: **31.10.2013 WO13160139**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.04.2013 E 13715715 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.07.2016 EP 2841642**

54 Título: **Cuerda híbrida multi-hebra**

30 Prioridad:

24.04.2012 EP 12165260

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

01.02.2017

73 Titular/es:

**NV BEKAERT SA (50.0%)
Bekaertstraat 2
8550 Zwevegem, BE y
DSM IP ASSETS B.V. (50.0%)**

72 Inventor/es:

**AMILS, XAVIER;
DURMUS, BESTE y
SMEETS, PAULUS JOHANNES HYACINTHUS
MARIE**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 599 385 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

Cuerda híbrida multi-hebra

5 Campo técnico

La invención se refiere a una cuerda híbrida que comprende un elemento central y capas cerradas metálicas exteriores, a la terminación de la cuerda y a un método de producción de dicha cuerda híbrida.

10 Antecedentes de la técnica

Los cables de acero convencionales y los cables normalmente cuentan con un núcleo metálico rodeado por una capa exterior de hilos de acero o alambre dispuestos helicoidalmente. El cable con núcleo metálico tiene la desventaja de ser muy pesado en longitudes largas.

15 Por lo tanto, cuerdas con un núcleo de fibras naturales o sintéticas trenzadas con hilos de alambre metálico, es decir, las denominadas cuerdas híbridas, se introducen para impartir diversas características a las cuerdas en función del tipo de fibras naturales o sintéticas utilizadas.

20 Una ventaja de una cuerda híbrida en comparación con una cuerda totalmente de acero es el menor peso de la cuerda y el mejor comportamiento, como por ejemplo, la tensión y la fatiga por flexión.

25 La ventaja de la cuerda híbrida en comparación con una cuerda totalmente sintética, por ejemplo, de nylon, es que la cuerda híbrida es altamente resistente a la abrasión, trituración y estiramiento a la vez que exhibe las características deseadas de dureza y excelente resistencia al impacto.

30 El documento US-A-4 034 547 divulga un cable de material compuesto 10 que comprende un núcleo sintético 12 y una camisa metálica 14, como se ilustra en la Fig. 1. El núcleo sintético 12 está formado por un haz o construcción de fibras de alto rendimiento y la camisa 14 está formada por una pluralidad de alambres o hilos de alambre 16. Esta patente divulga además que mediante el cable compuesto se puede lograr un peso aproximado 30 % más ligero que el peso del cable de acero del tamaño correspondiente.

35 El documento JP-A-53122842 divulga una cuerda de alambre usada como una cuerda de elevación. La cuerda de alambre está formada por filamentos de fibra inorgánica o sintética trenzados. Se prefiere que la resistencia a la tracción del filamento de la fibra inorgánica o sintética sea mayor que la del alambre.

40 La ventaja de las cuerdas híbridas se aprecia, en particular, en el caso de las cuerdas de gran longitud para su uso en suspensión, tales como cables de arrastre o elevación en la minería, grúas y elevadores, cables aéreos o cables para instalaciones en aguas profundas o para su uso en aplicaciones marinas y de pesca comercial y amarres en alta mar. Esto es porque, durante el uso, el peso de la cuerda de por sí ya ocupa una gran parte de su capacidad de soporte de carga y la capacidad de carga del cabrestante y, por tanto, la carga útil es correspondientemente limitada. Por lo tanto, las cuerdas híbridas son deseables en estas operaciones, ya que proporcionan un rendimiento comparable al de los cables de acero y un menor peso, lo que aumenta las posibilidades, por ejemplo, de un atraque más profundo en el agua.

45 Existe una demanda para reducir aún más el peso de las cuerdas híbridas manteniendo al mismo tiempo o de manera deseable la mejora de su rendimiento.

Divulgación de la invención

50 Es un objeto principal de la presente invención explorar un nuevo producto para adaptarse a la demanda del mercado.

55 Es otro objeto de la presente invención idear una cuerda híbrida que tenga bajo peso y volumen en comparación con su fuerza y el método para producir la misma.

Es todavía otro objeto de la presente invención idear una cuerda híbrida que tenga una resistencia a la rotación y suficiente resistencia a la corrosión.

60 Es aún otro objeto de la presente invención idear una cuerda híbrida terminada por lo menos en uno de sus extremos por un casquillo y logrando así un nivel de carga de ruptura elevada.

Es un objeto adicional de la presente invención aplicar la cuerda híbrida de bajo peso de acuerdo con la invención en el caso de gran longitud para su uso en suspensión.

65 De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona una cuerda híbrida que comprende un elemento central, una primera y al menos una segunda capa cerrada metálica que rodea a dicho elemento central.

El elemento central incluye un haz o construcción de hilos sintéticos. La primera capa cerrada metálica incluye una pluralidad de primeros miembros de tipo alambre helicoidalmente trenzados entre sí alrededor del elemento central en una primera dirección. La segunda capa cerrada metálica incluye una pluralidad de segundos miembros de tipo alambre helicoidalmente trenzados alrededor de dicho elemento central y dicha primera capa cerrada metálica en una segunda dirección. El área transversal del elemento central es mayor que el área transversal total de la primera y segunda capas metálicas cerradas.

La relación entre el área de la sección transversal del elemento central y el área de la sección transversal total de la primera y segunda capas cerradas metálicas es preferiblemente 70:30 y más preferiblemente 65:35 y lo más preferiblemente 60:40. La relación entre el elemento central y las capas metálicas exteriores, es decir, la relación entre los hilos sintéticos y el metal, determina el peso de la propia cuerda. Esta es una gran parte de la capacidad de soporte de carga de la cuerda. En comparación con una cuerda totalmente de acero pesado, esta cuerda híbrida puede reducir el peso 40 % o más. En otras palabras, esta cuerda, al haberse reducido significativamente el peso, por ejemplo, si se utiliza en las plataformas marinas de amarre, se puede utilizar en columnas de agua más grandes. Como referencia, una cuerda totalmente de acero puede ir hasta un máximo de 1.500-2.500 m de profundidad, mientras que la cuerda híbrida caracterizada por una reducción de aproximadamente el 40 % o más del peso puede ir a una profundidad de 3.500 a 4.000 m de profundidad.

Simultáneamente, también debe tenerse en cuenta que se utilizan dos capas cerradas metálicas por fuera del elemento central hecho de hilos sintéticos. En un ejemplo preferido, la relación entre el área de la sección transversal del elemento central y las capas cerradas metálicas es de alrededor 65:35. Esto hace que la cuerda sea robusta manteniendo un módulo elástico relativamente alto. Esto no se puede conseguir simplemente reduciendo el diámetro de los alambres de la cuerda híbrida de la técnica anterior como se muestra en la Fig. 1. Una reducción del diámetro del alambre en la cuerda híbrida con una sola capa exterior metálica hará que la cuerda sea menos robusta. Más importante aún, se observa en la invención, que en caso de una sola capa metálica fuera del núcleo sintético, cuando el diámetro de los hilos metálicos se hace muy pequeño, los hilos metálicos exteriores tienen "efecto de resorte", lo que significa que uno o más de los cables no están en su posición. Este mal posicionamiento puede producirse sin ninguna tensión o bajo tensión. Sin embargo, los alambres metálicos de acuerdo con la construcción de la cuerda de presente solicitud pueden estar bien posicionados debido al equilibrio de al menos las dos capas metálicas exteriores y la elección del diámetro de los miembros metálicos de tipo alambre.

La cuerda híbrida tiene un diámetro en el intervalo de 10 a 400 milímetros, por ejemplo, 50 milímetros, 100 milímetros y 200 milímetros. La cuerda híbrida preferiblemente comprende además una camisa que rodea la primera y/o segunda capa cerrada metálica. La chaqueta de la cuerda puede comprender un termoplástico, plastómero, vaina trenzada y/o elastómero.

A modo de ejemplo, los miembros de tipo alambre son alambres de acero y/o hilos de alambre de acero. Los alambres de la cuerda pueden estar hechos de acero de alto carbono. Un acero de alto carbono tiene la siguiente composición de acero: un contenido de carbono que oscila de 0,5 % a 1,15 %, un contenido de manganeso que oscila de 0,10 % a 1,10 %, un contenido de silicio que oscila de 0,10 % a 1,0,30 %, el contenido de azufre y de fósforo se limita al 0,15 %, preferiblemente hasta el 0,10 % o incluso menos. Se pueden añadir elementos adicionales de micro-aleación, tales como cromo (hasta 0,20 % - 0,40 %), cobre (hasta 0,20 %) y vanadio (hasta 0,30 %). Todos los porcentajes son porcentajes en peso.

Preferiblemente, los alambres de acero y/o hilos de alambre de acero de al menos una capa metálica se recubren individualmente con cinc y/o aleación de cinc. Más preferiblemente, el recubrimiento se forma en la superficie del alambre de acero mediante un proceso de galvanización. Un revestimiento de cinc-aluminio tiene una mejor resistencia general a la corrosión que el cinc. En comparación con el cinc, el revestimiento de cinc-aluminio es más resistente a la temperatura. Aún más, en comparación con el cinc, no hay descamación con la aleación de cinc-aluminio cuando se expone a altas temperaturas. Un recubrimiento de cinc-aluminio puede tener un contenido de aluminio que oscila del 2 % en peso al 12 % en peso, por ejemplo, que oscila del 5 % a 10 %. Una composición preferible se encuentra alrededor de la posición eutéctica: aluminio aproximadamente 5 % en peso. El revestimiento de aleación de cinc puede tener además un agente humectante tal como lantano o cerio en una cantidad menor que 0,1 % en peso de la aleación de cinc. El resto de la capa es de cinc e impurezas inevitables. Otra composición preferible contiene aproximadamente 10 % de aluminio. Este aumento de la cantidad de aluminio proporciona una mejor protección contra la corrosión que la composición eutéctica con aproximadamente 5 % en peso de aluminio. Otros elementos tales como el silicio y el magnesio pueden ser añadidos a la capa de cinc-aluminio. Más preferiblemente, con el fin de optimizar la resistencia a la corrosión, una buena aleación particular comprende 2 % a 10 % de aluminio y de 0,2 % a 3,0 % de magnesio, siendo el resto cinc.

Preferiblemente, los alambres de acero y/o hilos de alambre están galvanizados en su extremo. En otras palabras, no se realiza ningún acabado más en los alambres revestidos o hilos de alambre. Por lo tanto, se consigue un peso de recubrimiento superior y una mejor resistencia a la corrosión junto con un alto límite de elasticidad. Esto es especialmente importante para las aplicaciones de amarre en alta mar donde el tiempo de vida es de alrededor de 20 años.

A modo de ejemplo, el diámetro de los primeros miembros de tipo alambre es diferente del segundo diámetro de los segundos miembros de tipo alambre. En otro ejemplo, el diámetro de los primeros miembros de tipo alambre es igual al segundo diámetro de los segundos miembros de tipo alambre. El diámetro de los miembros de tipo alambre puede variar entre 0,30 mm y 30 mm. A modo de ejemplo, la primera capa cerrada metálica incluye al menos 20 primeros miembros de tipo alambre y la segunda capa cerrada metálica incluye más de 20 segundos miembros de tipo alambre.

La eficacia de giro de los miembros de tipo alambre es más de 90 %. En un ejemplo preferido, la eficacia de giro es de 95 %, lo que significa que los alambres pierden solo el 5 % de la resistencia durante el giro. La bajísima pérdida de giro se consigue mediante la combinación de una cualquiera o más de las características como se describe anteriormente o más adelante: los alambres son galvanizados en su extremo (los puntos de cruce son menos relevantes que en los alambres estirados en el extremo); el núcleo y las capas exteriores se han diseñado con una cierta longitud de disposición que aumenta la eficiencia; la construcción de la cuerda tiene un bajo par; la cuerda se puede terminar con un diseño especial de casquillo.

Preferiblemente, la primera dirección de torsión de la primera capa metálica y la segunda dirección de torsión de la segunda capa metálica son direcciones de disposición diferentes. A modo de ejemplo, la primera capa metálica se tuerce en la dirección "S" y la segunda capa metálica se tuerce en la dirección "Z". A modo de ejemplo, la primera capa metálica se tuerce en la dirección "Z" y la segunda capa metálica se tuerce en la dirección "S". El par "S" y "Z" está equilibrado y por lo tanto la cuerda híbrida no está girando.

El elemento central es preferentemente una cuerda hecha de hilos sintéticos. El núcleo puede tener cualquier construcción conocida para las cuerdas sintéticas. El núcleo puede tener una construcción fruncida, trenzada, extendida, torcida o paralela o combinaciones de las mismas. Preferiblemente, el núcleo tiene una construcción extendida o trenzada o una combinación de las mismas.

En tales construcciones de cuerda, las cuerdas están hechas de hebras. Las hebras se componen de hilos de cuerda, que contienen fibras sintéticas. Los métodos para formar hilos a partir de fibra, hebras a partir de hilo y cuerdas a partir de hebras son conocidos en la técnica. Las propias hebras también pueden tener una construcción fruncida, trenzada, extendida, torcida o paralela o una combinación de las mismas.

Para una descripción más detallada de las construcciones de cuerda, véase por ejemplo el "Handbook of fibre rope technology", McKenna, Hearle and O'Hear, 2004, ISBN 0-8493-2588-9.

Los hilos sintéticos que pueden ser utilizados como el núcleo de la cuerda híbrida de acuerdo con la invención incluyen todos los hilos, que son conocidos para su uso en cuerdas totalmente sintéticas. Tales hilos pueden incluir hilos hechos de fibras de polipropileno, nylon, poliéster. Preferiblemente, se utilizan hilos de fibras de alto módulo, por ejemplo, hilos de fibras de polímero de cristal líquido (LCP), aramida, tales como (tereftalamida de p-fenileno) poli (conocido como Kevlar®), polietileno de alto peso molecular (HMWPE), polietileno de ultra-alto peso molecular (UHMWPE), tales como Dyneema® y PBO (poli(p-fenileno-2,6 benzobisoxazol). Las fibras de alto módulo tienen preferiblemente una resistencia a la rotura de al menos 2 MPa y el módulo de tracción preferiblemente superior a 90 GPa. El diámetro del elemento central puede variar entre 2 mm a 300 mm.

Un plastómero, termoplástico, vaina trenzada y/o elastómero también se pueden revestir o extruir en el exterior de la cuerda de acuerdo con la invención. El recubrimiento tiene un espesor medio de al menos 0,1 mm, más preferiblemente al menos 0,5 mm. Dicho espesor es como máximo de 50 mm, preferiblemente como máximo 30 mm, más preferiblemente como máximo 10 mm y lo más preferiblemente como máximo 3 mm.

El elemento central puede ser revestido con un plastómero, termoplástico, vaina trenzada y/o elastómero. El plastómero puede ser un copolímero semicristalino de etileno o de propileno y uno o más comonomeros de α -olefina C2 a C12 y el plastómero tiene una densidad, medida de acuerdo con la norma ISO1183 de entre 870 y 930 kg/m³. Como alternativa, el núcleo también puede estar recubierto con un material termoplástico, preferiblemente por extrusión. El termoplástico pueden ser polímeros de alto peso molecular, por ejemplo, polietileno (PE), polipropileno (PP), poliuretano (PU) y poli(cloruro de vinilo) (PVC). El uso del revestimiento del plastómero, termoplástico y/o elastómero en el elemento central en la cuerda híbrida también asegura que el elemento central esté protegido contra la abrasión debido al movimiento de los hilos de alambre metálicos exteriores cuando la cuerda está en uso. Se produce menos deslizamiento entre el núcleo y la capa metálica exterior.

Un revestimiento preferido se puede encontrar en el documento WO2011/154415, el cual también proporciona más detalles sobre cómo obtener un elemento central de acuerdo con la presente invención.

De acuerdo con un segundo aspecto de la presente invención, se proporciona un conjunto de una cuerda híbrida y un casquillo. La cuerda híbrida de acuerdo con la invención está terminada en al menos uno de sus extremos por un casquillo 30. El casquillo tiene un espacio de forma cónica 20, como se muestra en la Fig. 2. El espacio de forma cónica del casquillo tiene un ángulo cónico α de entre 2 y 8° y una longitud A de entre 5D y 20D cuando D se define como el diámetro más pequeño del espacio de forma cónica. Los cables de acero se han desenrollado en dicho al menos uno de los extremos como se muestra en la Fig. 3. El espacio abierto alrededor de los alambres desenrollados y el núcleo en el cuerpo cónico hueco del casquillo se rellena con una resina.

La cuerda híbrida de acuerdo con la invención se ajusta bien con el casquillo anterior. Debido al uso del casquillo especial, la cuerda se rompe con cargas más altas, incluso es mejor que un cable todo de acero con diámetro similar. Además, la cuerda ni se sale del casquillo ni se rompe en la salida del casquillo, sino que se rompe entre los casquillos en la parte que está libre de las cuerdas. El conjunto de la cuerda híbrida con el casquillo funciona tan bien que se alcanzan eficiencias de giro más del 95 %.

Un conjunto preferido de una cuerda híbrida y un casquillo se puede encontrar en el documento WO2011/083126, que también proporciona detalles sobre cómo aplicar el casquillo.

Las cuerdas invención se pueden usar para, por ejemplo, el amarre de plataformas en alta mar o la instalación en aguas profundas, ya que permiten profundizar más gracias a su peso más ligero en comparación con los cables todo de acero. Las cuerdas invención son más ligeras, fuertes y por lo tanto adecuadas para ser aplicadas como cables aéreos, por ejemplo, para el transporte por cable o "teleférico". En comparación con los cables aéreos convencionales, con la aplicación de las cuerdas de la invención se obtiene un tramo de cable superior, además de combarse menos. Como otro ejemplo, la cuerda de la invención también puede aplicarse como cable elevador o tractor para cabrestantes de tracción o para la minería. Un cable de elevación existente para la minería tiene normalmente un peso de alrededor de 15 kg/m. Esto significa que el peso de la cuerda de por sí ya es de 30 toneladas si se utiliza un cable de 2 kilómetros de longitud. Cuando se utiliza una misma longitud de la cuerda de la invención, que tiene un peso de aproximadamente 8 kg/m, entonces el peso de la cuerda es de sólo 16 toneladas. Por lo tanto, las cuerdas híbridas de la invención aumentan significativamente la capacidad de soporte de carga o de carga útil y proporcionan la posibilidad de excavación de minas más profundas. Por otra parte, las cuerdas híbridas de la invención, debido a su peso ligero, son también beneficiosas para construcciones estructurales, por ejemplo, para puentes o estadios, pesca comercial, grúas, elevadores, instalación.

De acuerdo con un tercer aspecto de la presente invención, se proporciona un método de producción de una cuerda híbrida que comprende un elemento central, una primera y una segunda capa cerrada metálica, en el que el área de sección transversal del elemento central es mayor que el área de la sección transversal total de la primera y segunda capas cerradas metálicas. El método comprende las etapas de proporcionar el elemento central que incluye un haz o construcción de hilos sintéticos; retorcer una pluralidad de primeros miembros de tipo alambre junto con el elemento central en una primera dirección para formar la primera capa cerrada metálica; retorcer una pluralidad de segundos miembros de tipo alambre junto con dicho elemento central y dicha primera capa cerrada metálica en una segunda dirección para formar la segunda capa cerrada metálica. Este método puede comprender además una etapa de preformar cada uno de los miembros de tipo alambre para establecer una torsión helicoidal predeterminada antes de la torsión. Puede comprender además una etapa de extrusión del núcleo, capa intermedia y cuerda completa con un plastómero, termoplástico, vaina trenzada y/o elastómero para formar un casquillo exterior de la segunda capa cerrada metálica.

Las cuerdas híbridas de la invención se aplican, en particular, en el caso de los cables de gran longitud para su uso en suspensión, tales como cables de tracción o elevación en la minería, grúas y elevadores, cables aéreos o instalaciones para cables de aguas profundas o su uso en aplicaciones marinas o de pesca comercial y en el amarre en alta mar. Esto es porque, durante el uso, el peso de la propia cuerda ya ocupa una gran parte de su capacidad de soporte de carga y la capacidad de carga del cabrestante; la carga útil es correspondientemente limitada. Por lo tanto, las cuerdas híbridas de la invención son deseables en estas operaciones, ya que proporcionan un rendimiento comparable al de los cables de acero, con un peso inferior, ampliando las posibilidades, por ejemplo, para el amarre más profundo en el agua.

La invención ilustrativamente descrita en la presente memoria puede adecuadamente ponerse en práctica en ausencia de cualquier elemento o elementos, limitación o limitaciones, no divulgados específicamente en la presente memoria. Así, por ejemplo, las expresiones "que comprende", "que incluye", "que contiene", etc. se leerán de forma amplia y sin limitación. Además, los términos y expresiones empleados en la presente memoria se han utilizado como términos de descripción y no de limitación, y no hay intención en el uso de tales términos y expresiones de excluir ningún equivalente de las características mostradas y descritas o porciones de las mismas, pero se reconoce que son posibles diversas modificaciones dentro del alcance de la invención reivindicada. Por ejemplo, se pueden aplicar tres capas metálicas fuera del núcleo de la fibra; los recubrimientos termoplásticos pueden aplicarse fuera de cada una de las capas metálicas. Por lo tanto, se debe entender que aunque la presente invención se ha divulgado específicamente mediante realizaciones y características opcionales, se puede recurrir a los expertos en la técnica para la modificación y la variación de las realizaciones de la invención divulgadas en la presente memoria y que tales modificaciones y variaciones se consideran dentro del alcance de esta invención.

Breve descripción de las figuras en los dibujos

La invención se entenderá mejor con referencia a la descripción detallada cuando se considera conjuntamente con los siguientes ejemplos no limitantes y los dibujos adjuntos, en los que:

La Fig. 1 es una sección transversal de una cuerda híbrida de la técnica anterior.

La Fig. 2 es una intersección de un casquillo utilizado para la cuerda híbrida de acuerdo con la invención.

La Fig. 3 es un casquillo utilizado para la cuerda híbrida de acuerdo con la invención en dirección longitudinal.

5 La Fig. 4 es una sección transversal de una cuerda híbrida de la invención de acuerdo con la primera realización de la invención.

La Fig. 5 es una sección transversal de una cuerda híbrida de la invención de acuerdo con la segunda realización de la invención.

10 La Fig. 6 es una sección transversal de una cuerda híbrida de la invención de acuerdo con la tercera realización de la invención.

La Fig. 7 muestra un esquema de carga para la medición cuasi-dinámica.

15 La Fig. 8 muestra las comparaciones de los valores de rigidez cuasi-dinámica de la cuerda híbrida (A) y de la cuerda toda de acero (B) a diferentes niveles de carga de rotura.

20 La Fig. 9 muestra la comparación de los valores de rigidez cuasi-dinámica específicos de la cuerda híbrida (A) y de la cuerda toda de acero (B) a diferentes niveles de carga de rotura.

La Fig. 10 muestra la deformación por fluencia lenta con el tiempo a cargas constantes de cuerdas híbridas (A, D) y de la cuerda toda de acero (C).

25 Modos de llevar a cabo la invención

Cuerda híbrida 1

30 La Fig. 4 es una sección transversal de una cuerda híbrida de la invención de acuerdo con la primera realización de la invención. La cuerda híbrida 40 de la invención comprende un núcleo de fibra 42, primeros miembros de tipo alambre metálicos 44 y segundos miembros de tipo alambre metálicos. La cuerda híbrida 40 puede tener un diámetro que varía de 10 mm a 400 mm. La cuerda híbrida 40 como se ilustra en la Fig. 4 tiene una construcción de cuerda "32x7c+26x7c+FC SsZs, SzZz or ZzSz". La expresión "32x7c+26x7c+FC SsZs" se refiere a un diseño de la cuerda con la segunda capa metálica (capa más exterior) que tiene 32 hebras (es decir, segundos miembros de tipo alambre metálicos 46) con una dirección de rotación de "S", en el que cada hebra contiene 7 filamentos compactados con una dirección de rotación de "s", teniendo la primera capa metálica 26 hebras (es decir, primeros miembros de tipo alambre metálicos 44) con una dirección de rotación de "Z", en la que cada hebra contiene 7 filamentos compactados con una dirección de rotación de "s" y un núcleo de fibra (abreviado como FC). La construcción de la cuerda como se muestra en la tabla 1 se denomina de manera similar. Los miembros metálicos 44, 46 de la cuerda híbrida 40, como se muestra en la Fig. 4 tienen una dimensión y construcciones de las hebras de filamentos idénticas. Como alternativa, los elementos metálicos pueden tener diferentes diámetros y/o las otras construcciones de hebra de filamento. La Tabla 1 muestra los detalles de algunos ejemplos de cuerdas híbridas, pero no limita la presente invención.

45 El núcleo 42 está hecho de una pluralidad de hilos de polietileno de alto módulo (HMPE), por ejemplo, cualquier o más hilos de cuerda de hilo 8*1760 dTex Dyneema® SK78, hilo 8*1760 dTex Dyneema® o hilo 8*1760 dTex Dyneema® 1760 dTex SK78. El núcleo 42 puede estar hecho de un haz de hilos sintéticos continuos o hebras trenzadas. A modo de ejemplo, en una primera etapa se produjo la primera parte del núcleo trenzado con 12 hebras, consistiendo cada hebra en hilo 8*1760 dTex Dyneema® SK78. Esta primera parte del núcleo se trenzó en exceso con 12 hebras de hilo 8*1760 dTex Dyneema®.

50 En esta realización, el diámetro de los primeros miembros de tipo alambre metálicos 44 puede ser el mismo o diferente de los segundos miembros de tipo alambre metálicos 46 (ver tabla 1). Los miembros de tipo alambre metálicos 44, 46 como un ejemplo ilustrado aquí son hebras que tienen una pluralidad de filamentos metálicos sustancialmente idénticos. Debe entenderse que los miembros de tipo alambre metálicos pueden tener una configuración de hebra diferente. Además, las capas metálicas pueden incluir miembros de tipo alambre metálicos con diferente configuración de hebra. Se debe entender que las capas metálicas también pueden comprender una combinación de hebras de filamentos e hilos de acero individuales.

60 Cuerda híbrida 2

La Fig. 5 es una sección transversal de una cuerda híbrida de la invención de acuerdo con la segunda realización de la invención. La cuerda híbrida 50 de la invención comprende un núcleo de fibra 52, primeros miembros de tipo alambre metálicos 54 y segundos miembros de tipo alambre metálicos 56. La Fig. 5 muestra esquemáticamente, como ejemplo, una cuerda híbrida que tiene una construcción de "34+24+FC SZ". A diferencia de la primera realización, los miembros de tipo alambre metálicos 44, 46 están cada uno sustituidos por un único alambre de

acero 54, 56. La cuerda híbrida tiene una construcción de "34+24+FC SZ", lo que significa que la cuerda híbrida tiene un núcleo de fibra, teniendo la primera capa metálica una dirección de rotación de "S" con 24 hilos y la segunda capa metálica con una dirección de rotación de "Z" que tiene 32 hilos. Los detalles de algunas de las posibles construcciones de cuerda híbrida se dan en la tabla 2. Se debe entender que las capas metálicas también pueden comprender una combinación de hebras de filamento e hilos de acero individuales.

5

Tabla 1

Construcción de la cuerda	Diámetro de la cuerda (mm)	Factor de par	Diámetro del núcleo (mm)	Diámetro del primer miembro metálico (mm)	Diámetro del segundo miembro metálico (mm)	Sección del núcleo (% del área)
32x7c+26x7c+FC SsZs	22	0,033	14,8	1,8	1,8	57,4
32x7c+26x7c+FC SzZz	22	0,044	14,8	1,8	1,8	57,4
32x7c+26x7c+FC ZzSz	22	-0,033	14,8	1,8	1,8	57,4
34x7c+24x7c+FC SsZs	22	0,019	14,6	2,0	1,7	56,8
34x7c+24x7c+FC SzZz	22	0,031	14,6	2,0	1,7	56,8
34x7c+24x7c+FC ZzSz	22	-0,019	14,6	2,0	1,7	56,8
32x7c+26x7c+FC SsZs	100	0,033	67,2	8,2	8,2	57,4
32x7c+26x7c+FC SzZz	100	0,044	67,2	8,2	8,2	57,4
32x7c+26x7c+FC SsZz	100	0,034	66,0	8,5	8,5	54,9
32x7c+26x7c+FC ZzSz	100	-0,033	67,2	8,2	8,2	57,4
32x7c+26x7c+FC ZzSz	100	-0,022	66,0	8,5	8,5	54,9
34x7c+24x7c+FC SsZs	100	0,019	66,6	9,0	7,7	56,8
34x7c+24x7c+FC SzZz	100	0,031	66,6	9,0	7,7	56,8
34x7c+24x7c+FC ZzSz	100	-0,019	66,6	9,0	7,7	56,8

Tabla 2

Construcción de la cuerda	Diámetro de la cuerda (mm)	Factor de par	Diámetro del núcleo (mm)	Diámetro del primer miembro metálico (mm)	Diámetro del segundo miembro metálico (mm)	Sección del núcleo (% del área)
26+32+FC SZ	22	0,026	14,6	1,4	2,3	51,65
32+26+FC SZ	22	0,013	14,6	1,9	1,9	52,06
32+32+FC ZS	22	0,017	15,2	1,5	1,9	55,65
34+24+FC SZ	22	0,01	14,4	2,0	1,8	51,29
26+32+FC SZ	100	0,026	66,2	6,7	10,2	51,65
32+26+FC SZ	100	0,013	66,2	8,5	8,5	52,06
32+32+FC ZS	100	0,017	69,2	7,0	8,4	55,65
34+24+FC SZ	100	0,01	65,6	9,2	8,0	51,29

Cuerda híbrida 3

La Fig. 6 es una sección transversal de una cuerda híbrida de la invención de acuerdo con la tercera realización de la invención. A modo de ejemplo, la cuerda híbrida ilustrada tiene una construcción de "34+24+FC SZ". La cuerda híbrida 60 de la invención comprende un núcleo de fibra 62, una capa de termoplástico extruido 63 alrededor del núcleo 62, primeros miembros de tipo alambre metálicos 64, segundos miembros de tipo alambre metálicos 66 y una capa de protección termoplástica 68.

A modo de ejemplo, un revestimiento de un plastómero EXACT™ 0230 se extruye sobre el núcleo de la cuerda utilizando un extrusor de un solo tornillo Collin TM 45 mm. El polietileno (PE) se extruye en toda la cuerda como una capa de protección.

No hace falta decir que, o bien solamente un revestimiento extrudido sobre el núcleo (y ninguna capa extruida sobre toda la cuerda) o simplemente una capa extruida sobre toda la cuerda (y sin revestimientos extrudidos en el núcleo) también están dentro del alcance de la invención. Además, se puede añadir un revestimiento/capa extruida adicional entre las dos capas metálicas para evitar el rozamiento entre las capas metálicas.

Cuerda híbrida con casquillo

A modo de ejemplo, la cuerda híbrida que tiene una construcción de "32+26+FC SZ" está unida a un casquillo como se muestra en las Figs. 2 y 3. El espacio de forma cónica del casquillo tiene las dimensiones: $A = 8,8D$ (D es el diámetro de la cuerda) $\alpha = 2^\circ 30'$.

Ambos extremos de las cuerdas terminan en el casquillo. El extremo de la cuerda se introduce a través de la abertura de diámetro pequeño del casquillo. A continuación, la cuerda y las hebras de la cuerda son desenrolladas en una distancia de A+D. A continuación, los cables y los hilos de la cuerda se extienden en el espacio hueco de forma cónica del casquillo. A continuación, se tira del extremo desenrollado y extendido de la cuerda hacia el espacio de forma cónica. El casquillo que contiene el extremo desenrollado y extendido de la cuerda se coloca en una posición vertical, con la abertura amplia del espacio de forma cónica apuntando hacia arriba.

Después de esto, una resina de dos componentes de poliéster insaturado, por ejemplo, Socket Fast Blue™ o una resina de dos componentes epoxi se mezcla y se vierte en el casquillo, para llenar los espacios abiertos entre los hilos y cables del extremo de la cuerda desenredada y extendida. Se deja curar la resina durante un período de 24 horas a temperatura ambiente (~ 20 °C). La longitud de la cuerdas es de 4 m.

Las cuerdas se ensayan de acuerdo con la norma ISO 2307. Las cuerdas se unen por sus casquillos a un equipo estándar de comprobación de rotura de la cuerda. La cuerda se pretensa 5 veces a aproximadamente 50 % de su resistencia esperada indicada por la carga de rotura (BL). A continuación, las cuerdas se tensan hasta que se rompen. La resistencia a la rotura de las cuerdas se presenta en la tabla 3. Se ensayan individualmente tres cuerdas híbridas con la misma configuración y la desviación también se presenta en la tabla 3. Como referencia, se enumeran también las cuerdas todo de acero, semicerradas y cerradas y de poliéster.

Tabla 3

Tipo de cuerda	Tipo de construcción	Diámetro (mm)	Peso lineal (kg/m)	BL (ton)	Módulo E (GPa)
Híbrida	32+26+FC SZ	22,5±0,5	1,48±0,5	47,8±1,0	90-100
Toda de acero	Semicerrado/cerrado	22	~2,75	~41,8	140-150
	Hebra	22	~2,38	40,9	
Poliéster	Hebra paralela o hilo paralelo	40-45	~1,20	40-45	20-30

Las cuerdas híbridas ensayadas presentan resultados homogéneos. El módulo de elasticidad de la cuerda híbrida está en el intervalo de cuerda de todo acero y de poliéster. Hay que señalar que los valores del módulo E dados para las cuerdas enumeradas en la Tabla 3 son generalmente valores esperados distintos a los de la cuerda híbrida. En comparación con un alambre de todo acero que tiene un diámetro similar, la cuerda híbrida reduce el peso en un 37-46 %, a la vez que aumenta la carga de rotura en un 4-17 %. En comparación con la cuerda de poliéster, aunque la cuerda híbrida tiene 25 % más de peso lineal, el diámetro de la cuerda de poliéster es de aproximadamente dos veces el de la cuerda híbrida con el fin de lograr una resistencia a la rotura similar.

La rigidez cuasi-dinámica también se evalúa en una cuerda híbrida de 22 mm (A) y en una cuerda de todo acero de 22 mm (hebra, 35xK7) (B). Los valores de rigidez medidos corresponden a los requeridos para dimensionar las líneas de amarre para mantenerse en su sitio y se basan en el trabajo realizado para certificar cuerdas de fibra

5 sintética para estas aplicaciones (Del Vecchio CJM, 1992, Light-weight materials for deep water moorings, PhD thesis University of Reading; Francois M, Davies P, 2008, Characterization of polyester mooring lines, OMAE 2008-57136). Los ensayos para determinar la rigidez cuasi-dinámica se llevan a cabo como se define en los estándares internacionales (ISO 18692, 2007, cuerdas de fibra para el mantenimiento de estaciones en alta mar - poliéster) y reglas de las sociedades de clasificación (Bureau Veritas, 2007, Certificación de cuerdas para servicios en alta mar en aguas profundas, NI432R01).

10 El esquema de carga para la medición cuasi-dinámica se muestra en la Fig.7. La abscisa es el tiempo en la unidad de segundo(s) y la ordenada es la carga aplicada en la unidad de kN. La carga media aplicada es 10 %, 20 %, 30 % y 40 % de la carga de rotura (BL) de la cuerda de alambre. Los valores de rigidez cuasi-dinámica de la cuerda híbrida (A) y de la cuerda toda de acero (B) se muestran y comparan en la Fig. 8. La rigidez cuasi-dinámica de las dos cuerdas se incrementa significativamente con el aumento de carga media sobre el rango de cargas aplicadas (10 a 40 % de BL). La rigidez cuasi-dinámica de la cuerda híbrida (A) es 17-26 % más baja que la de la cuerda de todo acero (B). Sin embargo, la ventaja de la cuerda híbrida respecto a la cuerda de acero aparece cuando se tiene en cuenta el peso. La rigidez específica se define como la relación entre rigidez y peso lineal. Como se muestra en la Fig. 9, la rigidez específica de la cuerda híbrida (A) es 22 a 37 % mayor que la de la cuerda toda de acero (B) en el rango de carga ensayado.

20 Además, en la Fig. 10 se evalúa la deformación por fluencia lenta con el tiempo a cargas constantes. La deformación por fluencia lenta se define como la deformación (elongación) de la cuerda de acero bajo una situación de carga constante, estática. Una cuerda híbrida multi-hebra de 22 mm (A) se compara con la cuerda toda de acero de 8 hebras de 13 mm (C) y con la cuerda híbrida de 8 hebras de 13 mm (D). La carga aplicada a la cuerda híbrida multi-hebra de 22 mm (A) es 50 % BL, mientras que la cuerda toda de acero de 8 hebras de 13 mm (C) y la cuerda híbrida de 8 hebras de 13 mm (D) es del 40 % BL. Las temperaturas de la cuerda de alambre se mantuvieron a aproximadamente 50 °C durante la medición de 10 días. La deformación lenta por fluencia se midió como un cambio de la tensión (%) a lo largo del tiempo (h). Como se muestra en la Fig. 10, la cuerda híbrida (A) presenta una tensión mayor que la cuerda toda de acero (C) en el momento de la aplicación de la carga, que es lo que cabría esperar de una cuerda con núcleo de fibra. Sin embargo, con el tiempo y a carga constante, la cuerda híbrida (A) muestra un cambio de tensión similar en comparación con la cuerda de alambre toda de acero (C). En comparación con la cuerda híbrida de 8 hebras (D), se aplica más carga en la cuerda híbrida multi-hebra de la invención (A) (50 % frente a 40 % BL). Además, el área de sección transversal relativa del núcleo es más grande en la cuerda híbrida multi-hebra (A). Incluso con estos hechos, la relación entre deformación por fluencia lenta de la cuerda multi-hebra (A) es significativamente baja. Por lo tanto, la deformación por fluencia lenta no es se convierte en un problema con el tiempo en el caso de la cuerda híbrida de la invención.

35 Lista de referencias

10	cable compuesto
12	núcleo sintético
40	14 chaqueta metálica
16	alambre
20	espacio de forma cónica del casquillo
30	cuerda híbrida terminada en su extremo por un casquillo
40	cuerda híbrida 1
45	42 núcleo de la fibra
44	primer miembro de tipo alambre metálico
46	segundo miembro de tipo alambre metálico
50	50 cuerda híbrida 2
52	núcleo de la fibra
50	54 primer miembro de tipo alambre metálico
56	segundo miembro de tipo alambre metálico
60	60 cuerda híbrida 3
62	núcleo de la fibra
63	63 capa termoplástica
55	64 primer miembro de tipo alambre metálico
66	segundo miembro de tipo alambre metálico
68	68 capa de protección termoplástica

REIVINDICACIONES

1. Una cuerda híbrida (40, 50, 60), que comprende un elemento central (42, 52, 62), una primera capa cerrada metálica (44, 54, 64) y una segunda capa cerrada metálica (46, 56, 66) que rodea a dicho elemento central, en la que el elemento central (42, 52, 62), incluye un haz o construcción de hilos sintéticos, la primera capa cerrada metálica (44, 54, 64) incluye una pluralidad de primeros miembros de tipo alambre trenzados juntos helicoidalmente alrededor del elemento central en una primera dirección, la segunda capa cerrada metálica (46, 56, 66) incluye una pluralidad de segundos miembros de tipo alambre trenzados juntos helicoidalmente alrededor de dicho elemento central y dicha primera capa cerrada metálica en una segunda dirección, y en la que el área de la sección transversal del elemento central es mayor que el área de la sección transversal total de la primera capa cerrada metálica (44, 54, 64) y la segunda capa cerrada metálica (46, 56, 66).
2. La cuerda híbrida según la reivindicación 1, en la que la relación entre el área de la sección transversal del elemento central (42, 52, 62) y el área de la sección transversal total de la primera capa cerrada metálica (44, 54, 64) y la segunda capa cerrada metálica (46, 56, 66) es 60:40.
3. La cuerda híbrida según la reivindicación 1 o 2, en la que dicha cuerda híbrida (40, 50, 60) tiene un diámetro en el intervalo de 10 a 400 milímetros.
4. La cuerda híbrida según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además una camisa (68) que rodea la segunda capa cerrada metálica (46, 56, 66), comprendiendo dicha camisa (68) un plastómero, termoplástico, una vaina trenzada y/o elastómero.
5. La cuerda híbrida según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que los miembros de tipo alambre metálicos son alambres de acero y/o hilos de alambre de acero.
6. La cuerda híbrida según la reivindicación 5, en la que los alambres de acero y/o los hilos de alambre de acero están recubiertos con cinc y/o aleación de cinc.
7. La cuerda híbrida según las reivindicaciones 5 o 6, en la que los alambres de acero y/o los hilos de alambre de acero están galvanizados en su extremo.
8. La cuerda híbrida según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que dichos primeros miembros de tipo alambre tienen un primer diámetro, dichos segundos miembros de tipo alambre tienen un segundo diámetro y el primer diámetro es diferente del segundo diámetro.
9. La cuerda híbrida según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en la que dichos primeros miembros de tipo alambre tienen un primer diámetro, dichos segundos miembros de tipo alambre tienen un segundo diámetro y el primer diámetro es igual al segundo diámetro.
10. La cuerda híbrida según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la eficacia de giro de los miembros de tipo alambre es más del 90 %.
11. La cuerda híbrida según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la primera dirección de giro y la segunda dirección de giro están dispuestas en direcciones diferentes.
12. La cuerda híbrida según una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el núcleo tiene una construcción extendida o trenzada y el elemento central está recubierto con un plastómero, termoplástico, vaina trenzada y/o elastómero.
13. Un conjunto (30) de una cuerda híbrida (40, 50, 60) y un casquillo, en el que la cuerda híbrida (40, 50, 60) es como en cualquiera de las reivindicaciones precedentes y la cuerda está terminada al menos en uno de sus extremos en un casquillo que tiene un espacio de forma cónica y en el que el espacio de forma cónica del casquillo tiene un ángulo cónico α de entre 2 y 8° y una longitud A de entre 5D y 20D, siendo D el diámetro más pequeño del espacio de forma cónica, habiendo sido desenrollados los alambres de acero en dicho al menos uno de los extremos y llenando el espacio abierto alrededor de los alambres desenrollados y del núcleo en el cuerpo cónico hueco del casquillo con una resina.
14. Un método de producción de una cuerda híbrida (40, 50, 60) que comprende un elemento central (42, 52, 62), una primera capa cerrada metálica (44, 54, 64) y una segunda capa cerrada metálica (46, 56, 66), en la que el área de la sección transversal del elemento central (42, 52, 62) es mayor que el área de la sección transversal total de la primera capa cerrada metálica (44, 54, 64) y la segunda capa cerrada metálica (46, 56, 66), que comprende las etapas de:
- (a) proporcionar el elemento central (42, 52, 62), en el que dicho elemento central (42, 52, 62) incluye un haz o construcción de hilos sintéticos;

ES 2 599 385 T3

(b) retorcer conjuntamente una pluralidad de primeros miembros de tipo alambre alrededor del elemento central en una primera dirección para formar la primera capa cerrada metálica (44, 54, 64);

5 (c) retorcer conjuntamente una pluralidad de segundos miembros de tipo alambre alrededor de dicho elemento central y dicha primera capa cerrada metálica en una segunda dirección para formar la segunda capa cerrada metálica (46, 56, 66).

15. Un método de producción de una cuerda híbrida (40, 50, 60) según la reivindicación 14, que comprende además la etapa de:

10 (d) extruir la cuerda con un plastómero, termoplástico, una vaina trenzada y/o elastómero para formar una camisa (68) por fuera de la segunda capa cerrada metálica (46, 56, 66).

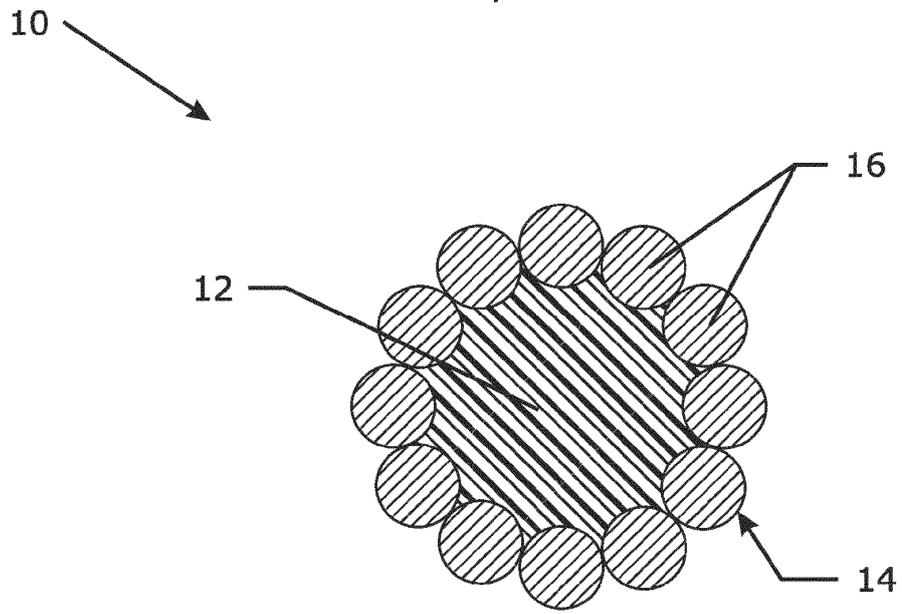


Fig. 1

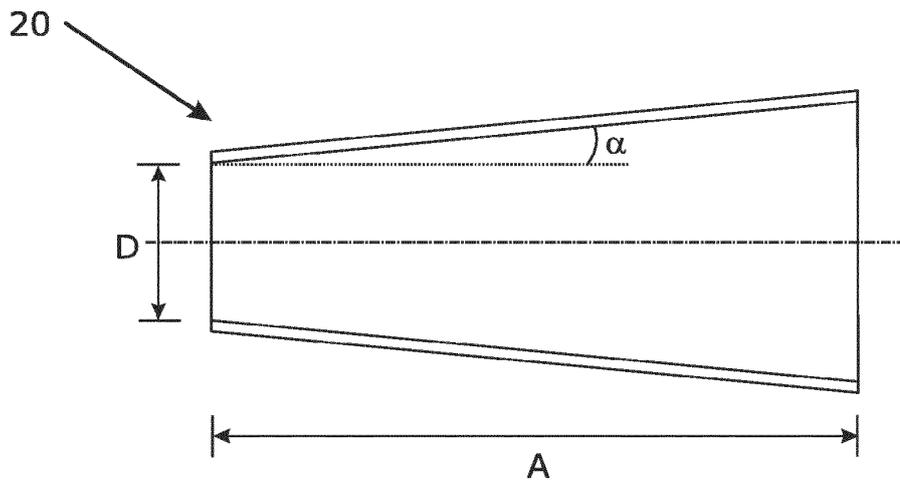


Fig. 2

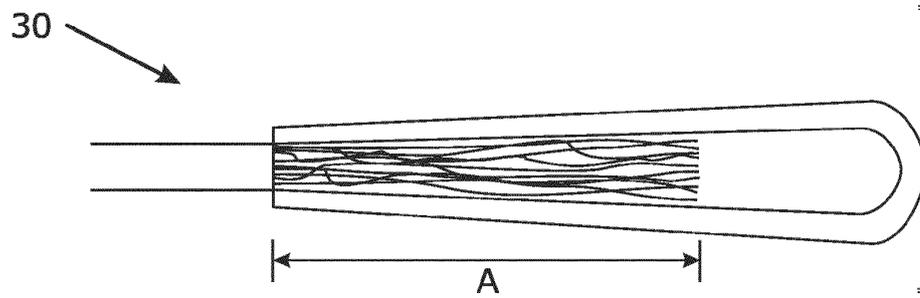


Fig. 3

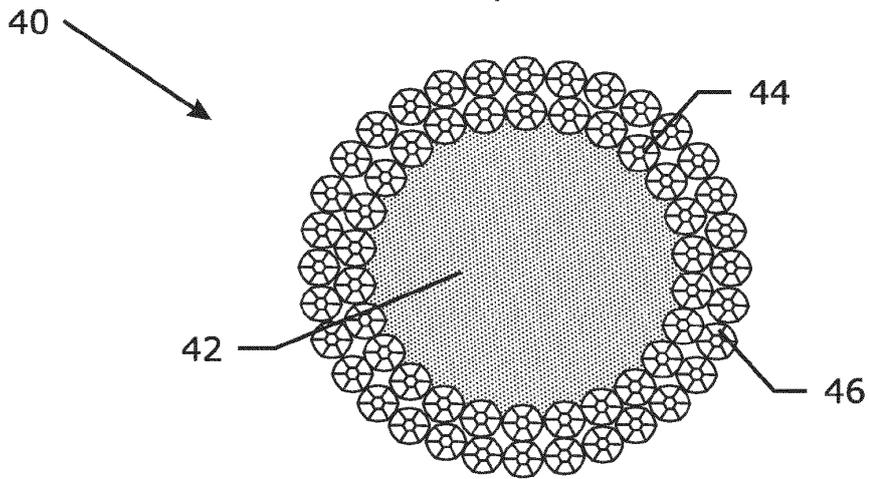


Fig. 4

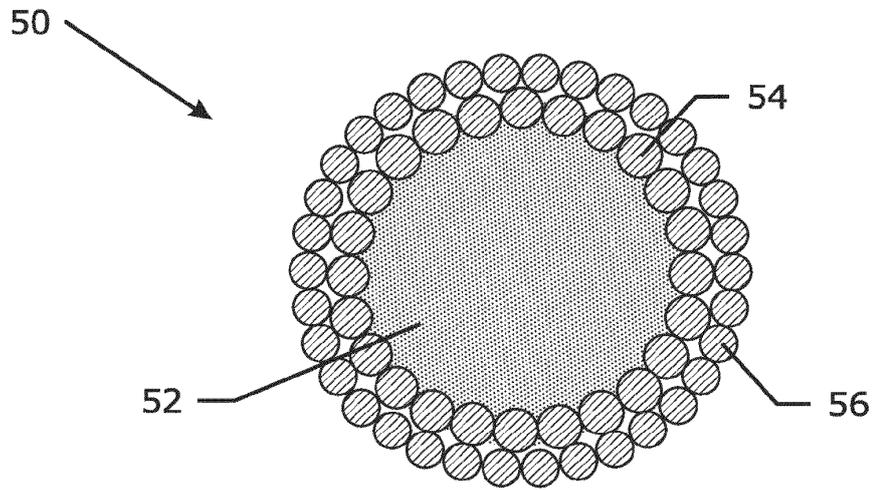


Fig. 5

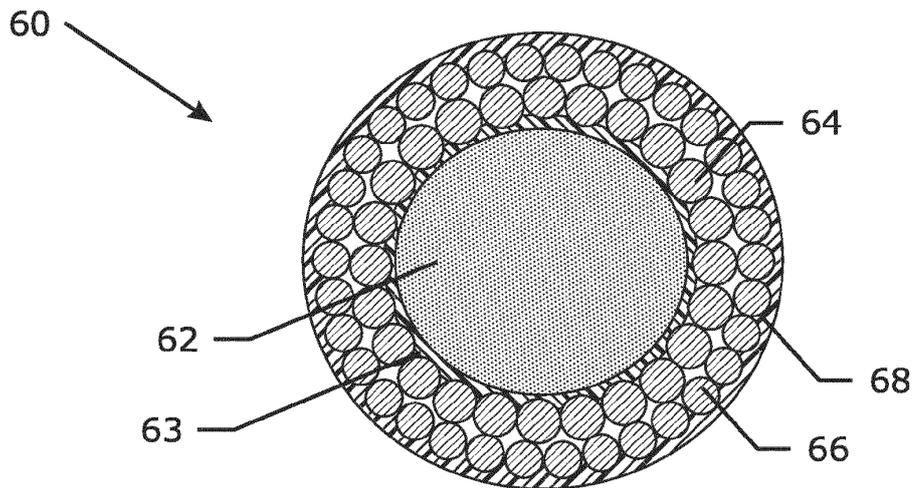


Fig. 6

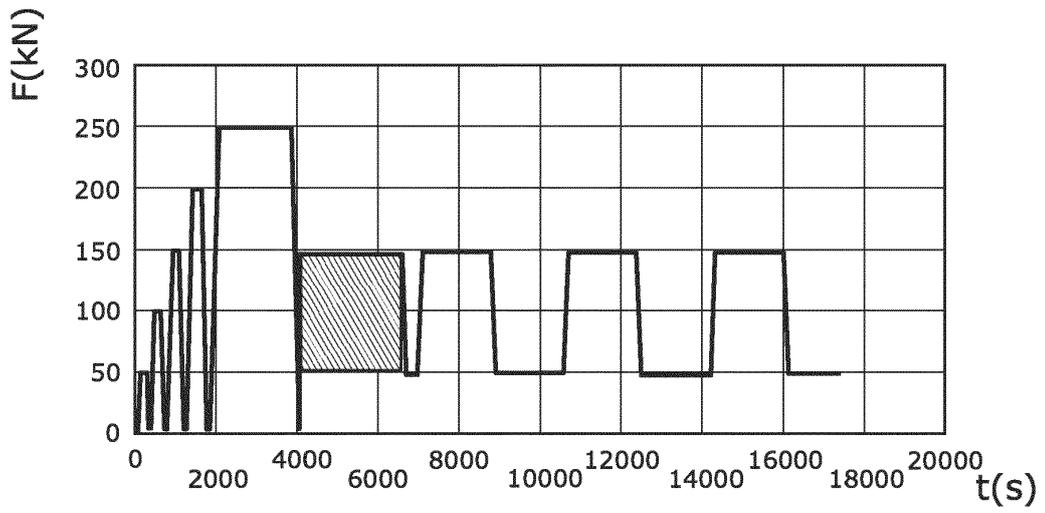


Fig. 7

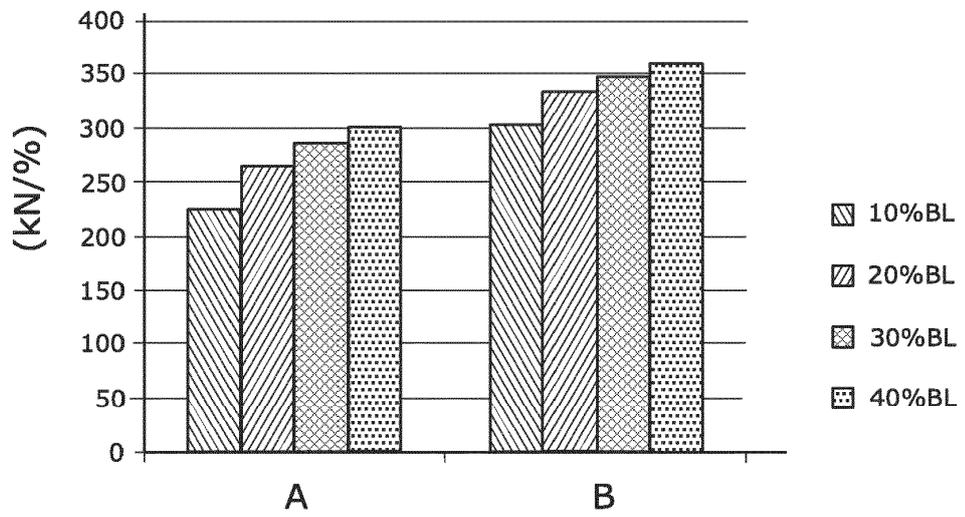


Fig. 8

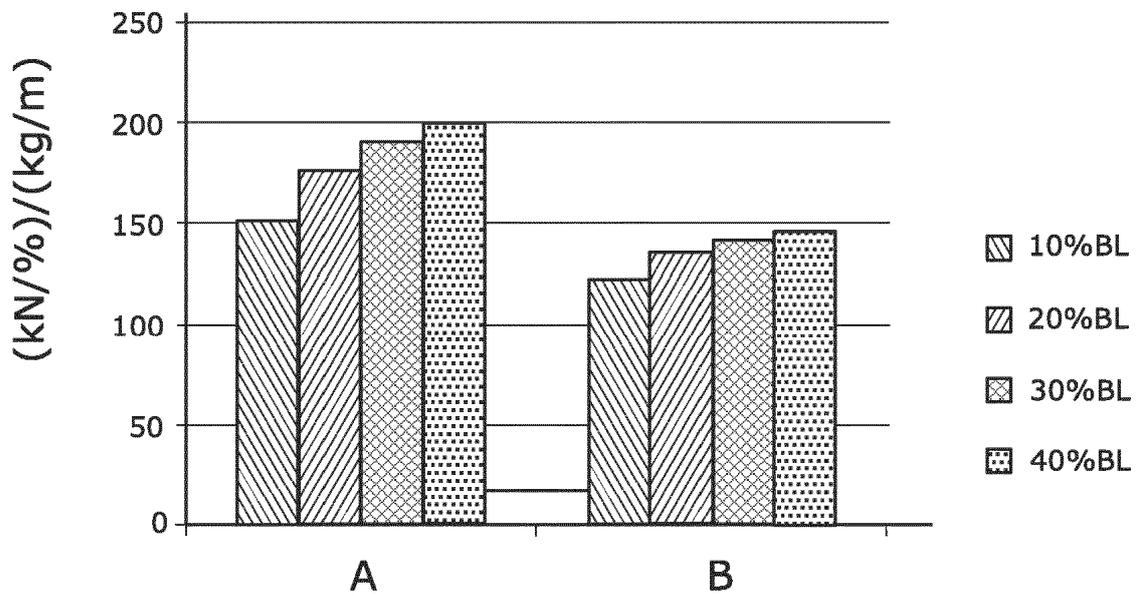


Fig. 9

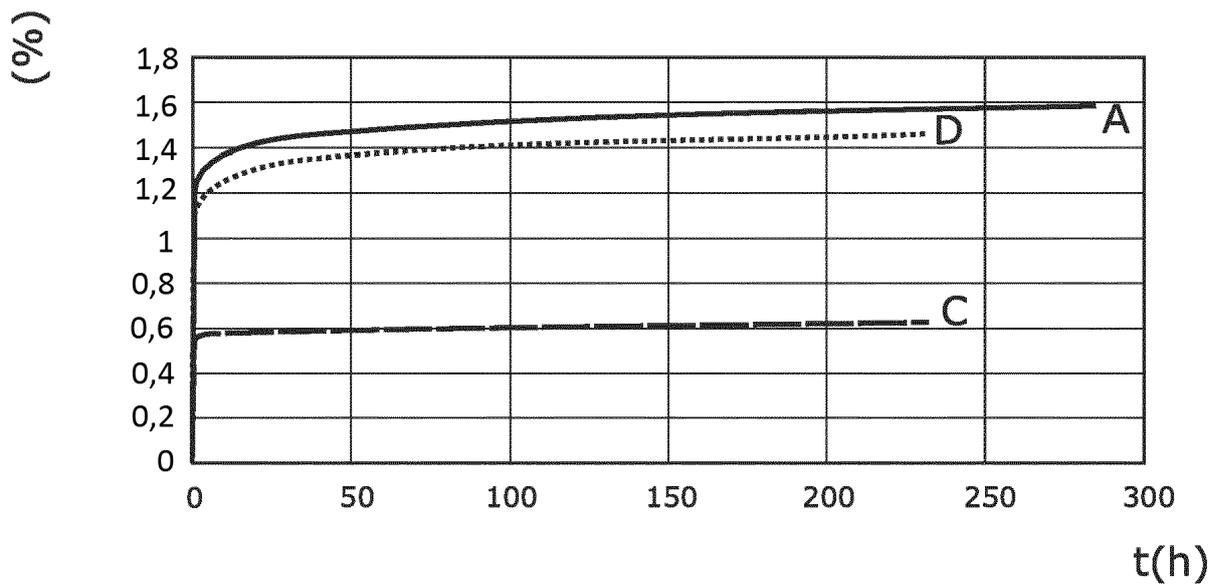


Fig. 10