

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 745 722**

51 Int. Cl.:

D07B 1/06 (2006.01)

D07B 1/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **03.10.2013** **PCT/EP2013/070635**

87 Fecha y número de publicación internacional: **10.04.2014** **WO14053601**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.10.2013** **E 13774391 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.07.2019** **EP 2904143**

54 Título: **Cuerda híbrida**

30 Prioridad:

05.10.2012 EP 12187343

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.03.2020

73 Titular/es:

BRIDON INTERNATIONAL LTD (50.0%)
Icon Building, First Point, Balby Carr Bank,
Doncaster
South Yorkshire DN4 5JQ, GB 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 2 745 722 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

5 Campo técnico

La invención se refiere a una cuerda híbrida que comprende un elemento de núcleo de fibra y al menos una capa externa metálica.

10 Antecedentes de la técnica

Las cuerdas de alambre y cables comunes normalmente presentan un núcleo metálico rodeado por una capa externa de alambre de acero o hilos de alambre colocados helicoidalmente. El cable con núcleo metálico tiene la desventaja de ser extremadamente pesado en longitudes largas.

15 Por lo tanto, se introducen cuerdas con un núcleo de fibra de fibras naturales o sintéticas enredadas entre sí con hilos de alambre metálico, es decir, las llamadas cuerdas híbridas, se introducen para impartir diversas características a las cuerdas dependiendo del tipo de fibras naturales o sintéticas utilizadas.

20 Una ventaja de una cuerda híbrida en vista de una cuerda completamente de acero es el menor peso de la cuerda y un rendimiento mejorado como, por ejemplo, tensión y fatiga por curvatura.

25 La ventaja de la cuerda híbrida en vista de una cuerda completamente de fibra, por ejemplo, nailon o poliéster es que la cuerda híbrida es altamente resistente a la abrasión, aplastamiento y estiramiento, al tiempo que exhibe las características deseadas de tenacidad y excelente resistencia al impacto.

30 El documento US-4034547-A divulga un cable 10 compuesto que comprende un núcleo 12 sintético y una funda 14 metálica como se ilustra en la figura 1. El núcleo 12 sintético está formado por un haz de fibras de bajo estiramiento y la funda 14 está formada de una pluralidad de alambres o hilos 16 de alambre. Esta patente divulga además que un cable compuesto puede lograr un peso aproximadamente 30% más ligero que el peso del cable de acero de tamaño correspondiente.

35 La ventaja de las cuerdas híbridas entra en vigor en particular en el caso de cuerdas de gran longitud para uso suspendido, tales como operaciones de transporte o izado, cuerdas en minería, grúas y elevadores, cuerdas aéreas o cuerdas para instalaciones o uso en instalaciones marinas y aplicaciones de pesca comercial, y aplicaciones en altamar como anclaje, instalación, etc. Esto se debe a que, durante dicho uso, el peso de la cuerda por sí solo ya ocupa una gran parte de su capacidad de carga y capacidad de carga del cabrestante; la carga útil es correspondientemente limitada. Por lo tanto, las cuerdas híbridas son deseables en estas operaciones, ya que proporcionan un rendimiento comparable con las cuerdas de acero y un menor peso, ampliando las posibilidades, por ejemplo, anclaje más profundo en el agua.

45 Por otro lado, sin embargo, las cuerdas híbridas que tienen núcleo de nailon o poliéster no tienen cargas de rotura elevadas, por lo tanto, no pueden usarse donde se requiere una alta resistencia como en el caso de cuerdas de acero completas. En tal caso, los híbridos con fibras de alto módulo como núcleo pueden usarse en la técnica anterior.

50 Sin embargo, tiene el inconveniente de requerir modificaciones importantes en relación con los cables más convencionales en cuanto a su uso y control. Por ejemplo, el núcleo de fibra es relativamente fácil de desgastar debido a su movimiento con respecto a la capa exterior de acero cuando la cuerda está en uso. Muy recientemente, la solicitud de patente internacional WO-2011/154415-A1 divulga el uso del recubrimiento de plastómero en el núcleo de polietileno de alto módulo (HMPE) para proteger el núcleo HMPE contra la abrasión debido al movimiento de los hilos de alambre de acero. Además, se produce menos deslizamiento entre el núcleo y la capa exterior de acero. El documento DE 10 2007 024 020 A1 también divulga un cable híbrido en el que el núcleo del cable de fibra está encerrado por un revestimiento trenzado y una capa intermedia extrudida como polietileno o polipropileno.

55 Sin embargo, para aplicaciones críticas, donde se crean enormes tensiones de compresión en la cuerda, ya sea por cargas aplicadas altas, aplastamiento en un cabrestante o un bobinador de tambor o cuando se aplica un radio de curvatura muy bajo, por ejemplo en condiciones $D/d \leq 30$ (donde D representa el diámetro de la polea y d es el diámetro de la cuerda) y $SF \leq 5$ (SF es una abreviatura del factor de seguridad), se descubre que el plastómero extrudido no es suficiente para proteger el núcleo y el plastómero puede deteriorarse y se presionará entre los hilos de alambre de acero hacia la superficie externa de la cuerda después de usarse durante cierto tiempo.

60

Divulgación de la invención

65 Es un objetivo principal de la presente invención desarrollar una cuerda híbrida en particular adecuada para aplicaciones críticas, por ejemplo, resultando en tensiones altas o aplicando un radio de curvatura bajo.

Es otro objeto de la presente invención idear una cuerda híbrida que aumente considerablemente la resistencia a la fatiga y pueda evitar presionar un material recubierto en un núcleo interno entre los miembros en forma de alambre después de que la cuerda híbrida esté en uso durante muchos ciclos y el método para producirlo.

De acuerdo con un primer aspecto de la presente invención, se proporciona una cuerda híbrida que comprende un elemento de núcleo que contiene fibras sintéticas rodeadas por al menos una capa externa que contiene miembros metálicos en forma de alambre, en donde el elemento de núcleo está recubierto con un polímero que tiene elastómero de copoliéster que contiene bloques blandos en el rango de 10 a 70% en peso. Preferiblemente, la dureza Shore D del elastómero de copoliéster medido de acuerdo con ISO 868 es mayor que 50. En una realización preferida, el elastómero de copoliéster contiene bloques blandos en el rango de 10 a 40% en peso. En una realización más preferida, el elastómero de copoliéster contiene bloques blandos en el rango de 20 a 30% en peso. En una realización más preferida, el elastómero de copoliéster contiene 25% en peso de bloques blandos. El módulo y la dureza del elastómero de copoliéster dependen del tipo y la concentración de bloques blandos en el elastómero de copoliéster. La ventaja de usar el elastómero de copoliéster que contiene bloques blandos y duros en la fabricación de la cuerda híbrida es que se establece una capa de transición dura entre el núcleo y la capa metálica externa. Una menor concentración de bloques blandos en el elastómero de copoliéster puede hacer que el elastómero sea más duro. Por lo tanto, la aplicación de una capa de transición de elastómero de copoliéster entre el núcleo y la capa metálica externa mejora la resistencia a la fatiga de la cuerda híbrida y evita el flujo del elastómero de copoliéster recubierto (capa de transición) debido al desgaste cuando la cuerda híbrida está en uso. Además, el elastómero de copoliéster que contiene bloques blandos es compatible con el elemento interno del núcleo de fibra y la capa metálica externa. Además, el material tiene una resistencia sobresaliente a la fatiga por flexión y curvatura tanto a altas temperaturas como a temperaturas bajo cero. Esto lo hace especialmente adecuado para aplicaciones tales como cuerdas de grúa, que están sujetas a un amplio rango de temperaturas y también encuentran niveles muy altos de fatiga por flexión y compresión.

Adecuadamente, el elastómero de copoliéster es un elastómero de copolietéster, un elastómero de copolicarbonatoéster y/o un elastómero de copolietéster; es decir, un copolímero de bloques de copoliéster con bloques blandos que consisten en segmentos de poliéster, policarbonato o, respectivamente, poliéter. Los elastómeros de copolietéster adecuados se describen, por ejemplo, en el documento EP-0102115-B1. Los elastómeros de copolicarbonatoéster adecuados se describen, por ejemplo, en el documento EP-0846712-B1. Los elastómeros de copoliéster están disponibles, por ejemplo, bajo el nombre comercial Arnitel®, de DSM Engineering Plastics B.V. Holanda.

Preferentemente, el elastómero de copoliéster es un elastómero de copolietéster.

Los elastómeros de copolietéster tienen segmentos blandos derivados de al menos un óxido de polialquilenglicol. Los elastómeros de copolietéster y la preparación y propiedades de los mismos están en la técnica y, por ejemplo, se describen en detalle en Thermoplastic Elastomers, 2nd Ed., Capítulo 8, Carl Hanser Verlag (1996) ISBN 1-56990-205-4, Handbook of Thermoplastics, Ed. O. Otabisi, Capítulo 17, Marcel Dekker Inc., Nueva York 1997, ISBN 0-8247-9797-3, y Encyclopedia of Polymer Science and Engineering, Vol. 12, pp. 75-117 (1988), John Wiley and Sons, y las referencias mencionadas allí.

El ácido dicarboxílico aromático en los bloques duros del elastómero de polietéster se selecciona adecuadamente del grupo que consiste en ácido tereftálico, ácido isoftálico, ácido ftálico, ácido 2,6-naftalenodicarboxílico y ácido 4,4-difenildicarboxílico, y mezclas de los mismos. Preferiblemente, el ácido dicarboxílico aromático comprende ácido tereftálico, más preferiblemente consiste en al menos 50% en moles, aún más preferiblemente al menos 90% en moles, o incluso consiste completamente en ácido tereftálico, en relación con la cantidad molar total de ácido dicarboxílico.

El alquilendiol en los bloques duros del elastómero de polietéster se selecciona adecuadamente del grupo que consiste en etilenglicol, propilenglicol, butilenglicol, 1,2-hexanodiol, 1,6-hexametilendiol, 1,4-butanodiol, benceno dimetanol, ciclohexanodiol, ciclohexano dimetanol y mezclas de los mismos. Preferiblemente, el alquilendiol comprende etilenglicol y/o 1,4 butanodiol, más preferiblemente consiste en al menos 50% en moles, aún más preferiblemente al menos 90% en moles, o incluso consiste completamente en etilenglicol y/o 1,4 butanodiol, en relación con la cantidad molar total de alquilendiol.

Los bloques duros del elastómero de polietéster comprenden lo más preferiblemente o incluso consisten en segmentos de tereftalato de polibutileno.

Adecuadamente, el óxido de polialquilenglicol es un homopolímero o copolímero en base a oxiranos, oxetanos y/u oxolanos. Ejemplos de oxiranos adecuados, en los que se puede basar el óxido de polialquilenglicol, son óxido de etileno y óxido de propileno. Los correspondientes homopolímeros de óxido de polialquilenglicol se conocen con los nombres de polietilenglicol, óxido de polietileno u óxido de polietilenglicol (también abreviado como PEG o pEO) y polipropilenglicol, óxido de polipropileno u óxido de polipropilenglicol (también abreviado como PPG o pPO), respectivamente. Un ejemplo de un oxetano adecuado, en el que se puede basar el óxido de polialquilenglicol, es el

1,3-propanodiol. El correspondiente homopolímero de óxido de polialquilenglicol se conoce con el nombre de poli (trimetilen) glicol. Un ejemplo de un oxolano adecuado, en el que se puede basar el óxido de polialquilenglicol, es el tetrahydrofurano. El correspondiente homopolímero de óxido de polialquilenglicol se conoce con el nombre de poli(tetrametilen)glicol (PTMG) o politetrahydrofurano (PTHF). El copolímero de óxido de polialquilenglicol puede ser copolímeros aleatorios, copolímeros de bloque o estructuras mixtas de los mismos. Copolímeros adecuados son, por ejemplo, copolímeros en bloque de óxido de etileno/óxido de polipropileno (o copolímero en bloque EO/PO), en particular óxido de etileno terminado con glicol de óxido de polipropileno.

El óxido de polialquilenos también puede basarse en el producto de eterificación de dioles de alquilenos o mezclas de dioles de alquilenos o polialquilenglicol de bajo peso molecular o mezclas de los glicoles mencionados anteriormente.

Preferiblemente, el óxido de polialquilenglicol usado es poli(tetrametilen)-glicol (PTMG).

El elemento de núcleo es preferiblemente una cuerda hecha de fibras sintéticas. El núcleo puede tener preferiblemente cualquier construcción conocida para cuerdas sintéticas. El núcleo puede tener una construcción entrelazada, una trenzada, una tendida, una enredada o una paralela, o combinaciones de las mismas. Preferiblemente, el núcleo tiene una construcción tendida o trenzada, o una combinación de las mismas.

En tales construcciones de cuerda, las cuerdas están formadas por hilos. Los hilos están formados por hebras de cuerda, que contienen fibras sintéticas. En la técnica se conocen métodos para formar hebras a partir de fibras, hilos a partir de hebras y cuerdas a partir de hilos. Los hilos también pueden tener una construcción entrelazada, trenzada, tendida, enredada o paralela, o una combinación de las mismas.

Además, la cuerda puede precondicionarse antes de continuar el procesamiento mediante, por ejemplo, pre-estiramiento, recocido, ajuste de calor o compactación de la cuerda. La elongación de la construcción también se puede eliminar durante la producción de la cuerda híbrida pretensando suficientemente el núcleo antes de aplicar un recubrimiento como la funda de polímero extrudido discutido o la cubierta trenzada o tendida o durante el cierre de los hilos de alambre externos en el núcleo.

La aplicación del recubrimiento de la presente solicitud en el núcleo de cuerdas híbridas puede evitar un revestimiento de fibra sintética o tela que se usa para encerrar el núcleo en algunas aplicaciones.

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

Las hebras sintéticas que pueden usarse como núcleo de la cuerda híbrida de acuerdo con la invención incluyen todas las hebras, que son conocidas por su uso en cuerdas completamente sintéticas. Tales hebras pueden incluir hebras hechas de fibras de polipropileno, nailon, poliéster. Preferiblemente, se usan hebras de fibras de alto módulo, por ejemplo hebras de fibras de polímero de cristal líquido (LCP), aramida tal como poli(tereftalamida de p-fenileno) (conocida como Kevlar®), polietileno de alto peso molecular (HMWPE), polietileno de peso molecular ultra alto (UHMWPE) tal 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 un módulo tensionable preferiblemente superior a 100 GPa. El diámetro del elemento de núcleo puede variar entre 2 mm y 300 mm.

La ventaja de usar fibras de alto módulo en la cuerda sobre otras fibras es que las fibras de alto módulo exceden en términos de propiedades como fatiga por tensión, fatiga por curvatura y rigidez y las fibras de alto módulo tienen la mejor correspondencia con el alambre de acero.

El grosor del elastómero de copoliéster recubierto está en el rango de 0.1 a 5 mm. Preferiblemente, el grosor es mayor que 0.5 mm.

Es importante destacar que aunque el elastómero de copoliéster, por ejemplo, Arnitel® se aplica a alta temperatura en fibras de alto módulo, por ejemplo, Núcleo Dyneema®, la carga de rotura de la cuerda híbrida es alta y el núcleo Dyneema® no se daña con esta alta temperatura aplicada (hasta 230°C).

Como un ejemplo, la tabla 1 proporciona la carga de rotura (BL) de 3 cuerdas híbridas (2 extrudidas, 1 no extrudida) y una cuerda de referencia. Además, el módulo y la eficiencia BL también se dan. En comparación, el núcleo Dyneema® de fibras de alto módulo se extruye con Arnitel® o con polipropileno (PP). El módulo tensionable del tipo de PP aplicado es 1450 MPa (ISO 527-1, -2) y la resistencia al impacto con muescas Charpy a 0°C, Tipo 1, en modo de canto es mayor que 7 kJ/m² (ISO 179). La tasa de fluidez (MFR) (230°C/2.16 Kg) de PP según ISO1133 es 1.3 g/10 min.

La BL de las cuerdas híbridas es muy alta (alrededor de un 13% más que la cuerda de referencia). La BL de la cuerda híbrida que los núcleos con extrusión y sin extrusión están dentro del mismo rango, lo cual muestra que la extrusión a alta temperatura no da como resultado una pérdida de resistencia en el núcleo Dyneema®. La eficiencia BL también es una indicación de eso. La eficiencia de BL se define como una relación de "BL medida" a "BL de alambres de acero

x número de alambres de acero + BL de núcleo". Describe la pérdida de BL debido al hilado de los hilos de alambre y cualquier cosa que pueda causar una disminución de BL en el núcleo. Como se muestra en la tabla 1, la eficiencia de BL de la cuerda híbrida con núcleo extrudido y no extrudido es bastante comparable, lo que indica que el núcleo Dyneema® no perdió su BL en cuerdas híbridas extrudidas a pesar de que la extrusión se aplica a altas temperaturas.

5

Tabla 1. Propiedades de cuerdas híbridas en comparación.

Cuerda	Diámetro (mm) a 17,6 kgf	Peso Lineal (kg/m)	Carga de Ruptura (tons)	Eficiencia BL (%)	Módulo (GPa)
Núcleo Dyneema® de 11 mm extrudido con Arnitel®	26,85	2,69	52,37	78,9%	89,81
Núcleo Dyneema® de 11 mm extrudido con PP	26,85	2,75	52,17	78,6%	87,98
Núcleo Dyneema® de 13 mm sin extrusión	26,60	2,60	53,96	76,2%	93,00
Núcleo PP de 13 mm (cuerda de referencia)	26,15	2,75	46,07	83,3%	76,00

De acuerdo con la presente invención, todavía es posible añadir una capa de plastómero adicional entre el elemento de núcleo y el polímero recubierto que tiene elastómero de copoliéster que contiene bloques blandos en el rango de 10 a 70% en peso. También se puede agregar una capa de plastómero adicional entre las dos o más capas externas. El plastómero puede ser un copolímero semicristalino de etileno o propileno y uno o más comonomeros de α -olefina de C2 a C12 y tener una densidad medida de acuerdo con ISO1183 de entre 870 y 930 kg/m³. Los plastómeros adecuados que se pueden usar en la invención se fabrican a escala comercial, por ejemplo, por Exxon, Mitsui, DEX-Plastomers y DOW bajo marcas como Exact®, Tafmer, Exceed, Engage, Affinity, Vistamaxx y Versify. La ventaja de usar el plastómero mencionado anteriormente en la fabricación de esta cuerda híbrida es que el plastómero tiene una temperatura de procesamiento tal que las propiedades mecánicas del núcleo de fibra no se ven afectadas negativamente por las condiciones de procesamiento. Además, dado que el plastómero también se basa en poliolefina, se puede lograr una buena adhesión entre el plastómero y el núcleo de fibra cuando sea necesario. También se puede obtener un grosor de capa uniforme del recubrimiento, asegurando un mejor cierre del alambre de acero alrededor del núcleo. El uso del recubrimiento del plastómero de la invención sobre el núcleo de fibra en la cuerda híbrida también asegura que el núcleo de fibra esté protegido contra la abrasión debido al movimiento de los miembros metálicos en forma de alambre cuando la cuerda está en uso. Se produce menos deslizamiento entre el núcleo y los miembros metálicos en forma de alambre en la capa externa.

En la parte superior de esta capa de plastómero, se puede aplicar una segunda o más capas de polímero, teniendo el polímero un elastómero de copoliéster que contiene bloques blandos en el rango de 10 a 70% en peso. Las capas de polímero recubiertas hacen que la cuerda híbrida sea más rígida y menos fluida, y proporcionan una mejor resistencia a la fatiga, abrasión y química, etc. La aplicación de dos o más capas recubiertas en el núcleo de fibra se puede implementar de algunas maneras comunes, por ejemplo, coextrusión o extrusión por pasos, etc.

Con esto, la cuerda híbrida tiene un diámetro en el rango de 2 a 400 mm, por ejemplo, 10 mm, 50 mm, 100 mm y 200 mm.

Como un ejemplo, los miembros metálicos en forma de alambre son alambres de acero y/o hilos de alambre de acero. Los alambres de la cuerda pueden estar hechos de acero con alto contenido de carbono. Un acero con alto contenido de carbono tiene una composición de acero de la siguiente manera: un contenido de carbono que varía de 0.5% a 1.15%, un contenido de manganeso que varía de 0.10% a 1.10%, un contenido de silicio que varía de 0.10% a 1.30%, contenido de azufre y fósforo limitado al 0.15%, preferiblemente al 0.10% o incluso inferior; se pueden agregar elementos adicionales de microaleación tal como cromo (hasta 0.20% - 0.40%), cobre (hasta 0.20%) y vanadio (hasta 0.30%). Todos los porcentajes son porcentajes en peso.

Preferentemente, los alambres de acero y/o los hilos de alambre de acero de al menos una capa metálica están recubiertos individualmente con zinc y/o aleación de zinc. Más preferiblemente, el recubrimiento se forma en la superficie del alambre de acero mediante un proceso de galvanización. Un recubrimiento de aluminio y zinc tiene una mejor resistencia a la corrosión general que el zinc. A diferencia del zinc, el recubrimiento de aluminio y zinc es más resistente a la temperatura. Aún en contraste con el zinc, no hay descamación con la aleación de aluminio y zinc cuando se expone a altas temperaturas. Un recubrimiento de aluminio y zinc puede tener un contenido de aluminio que varía de 2% en peso a 12% en peso, por ejemplo, que van del 5% al 10%. Una composición preferible se encuentra alrededor de la posición eutéctica: aluminio aproximadamente 5% en peso. El recubrimiento de aleación de zinc puede tener además un agente humectante tal como lantano o cerio en una cantidad inferior al 0.1% en peso de la aleación de zinc. El resto del recubrimiento es zinc e impurezas inevitables. Otra composición preferible contiene

aproximadamente 10% de aluminio. Esta mayor cantidad de aluminio proporciona una mejor protección contra la corrosión que la composición eutéctica con aproximadamente 5% en peso de aluminio. Se pueden agregar otros elementos tales como silicio y magnesio al recubrimiento de aluminio y zinc. Más preferiblemente, con el fin de optimizar la resistencia a la corrosión, una buena aleación particular comprende 2% a 10% de aluminio y 0.2% a 3.0% de magnesio, el resto es zinc.

La cuerda híbrida de acuerdo con la invención contiene al menos una capa externa que contiene miembros metálicos en forma de alambre. Por lo tanto, la cuerda híbrida puede contener dos capas externas que contienen miembros metálicos en forma de alambre. Como un ejemplo, el diámetro de los primeros miembros en forma de alambre en la primera capa externa es diferente del diámetro de los segundos miembros en forma de alambre en la segunda capa externa. En otro ejemplo, el diámetro de los primeros miembros en forma de alambre es igual al diámetro de los segundos miembros en forma de alambre. El diámetro de los miembros en forma de alambre puede variar entre 0.30 mm a 30 mm. Preferiblemente, la primera dirección de torsión de la primera capa metálica y la segunda dirección de torsión de la segunda capa metálica son diferentes direcciones de colocación. Puede comprender además un paso de preformar cada uno de los miembros en forma de alambre para establecer una torsión helicoidal predeterminada antes de la torsión. Como un ejemplo, la primera capa metálica se tuerce en la dirección "S" y la segunda capa metálica se tuerce en la dirección "Z". Como otro ejemplo, la primera capa metálica se tuerce en la dirección "Z" y la segunda capa metálica se tuerce en la dirección "S". El torque "S" y "Z" está equilibrado y, por lo tanto, la cuerda híbrida no gira.

Además, la capa externa que contiene miembros metálicos en forma de alambre puede comprender hilos híbridos o hilos de acero. El hilo híbrido contiene un núcleo sintético y filamentos externos en forma de alambre. En cada hilo de acero, los filamentos de alambre podrían tener diámetros iguales o diferentes.

La cuerda híbrida puede comprender además una funda que rodea la capa externa metálica. En el caso de una cuerda híbrida que tenga más de una capa externa metálica, también se puede aplicar una funda entre las capas externas metálicas. La funda comprende un plastómero, termoplástico y/o elastómero recubierto o extrudido sobre la capa metálica de acuerdo con la invención. El recubrimiento tiene un grosor promedio de al menos 0.1 mm, más preferiblemente de al menos 0.5 mm. Dicho grosor es como máximo 50 mm, preferiblemente como máximo 30 mm, más preferiblemente como máximo 10 mm y lo más preferiblemente como máximo 3 mm.

De acuerdo con un segundo aspecto de la invención, se proporciona un método para disminuir la elongación y la reducción del diámetro y aumentar la vida útil de una cuerda híbrida después de estar en uso cuando se toma como referencia una cuerda híbrida sin recubrimiento o con otros recubrimientos tales como PP en el núcleo. Dicho método comprende los pasos de (a) proporcionar un elemento de núcleo, en donde dicho elemento de núcleo incluye fibras sintéticas; (b) recubrir dicho elemento de núcleo con un polímero que tiene elastómero de copoliéster que contiene bloques blandos en el rango de 10 a 70% en peso; y (c) torcer una pluralidad de miembros metálicos en forma de alambre juntos alrededor del elemento de núcleo para formar una capa externa metálica.

De acuerdo con un tercer aspecto de la invención, se proporciona un método para evitar presionar un material recubierto sobre un núcleo interno entre los miembros en forma de alambre de una cuerda híbrida después de estar en uso. Dicho método comprende los pasos de (a) proporcionar un elemento de núcleo, en donde dicho elemento de núcleo incluye fibras sintéticas; (b) recubrir dicho elemento de núcleo con un polímero que tiene elastómero de copoliéster que contiene bloques blandos en el rango de 10 a 70% en peso; y (c) torcer una pluralidad de miembros metálicos en forma de alambre juntos alrededor del elemento de núcleo para formar una capa externa metálica.

El polímero que tiene elastómero de copoliéster puede aplicarse sobre el elemento de núcleo mediante cualquier método de recubrimiento disponible. Preferiblemente, el polímero se reviste sobre el elemento de núcleo por extrusión.

La invención descrita de manera ilustrativa en el presente documento puede practicarse adecuadamente en ausencia de cualquier elemento o elementos, limitación o limitaciones, no divulgados específicamente en el presente documento. Así, por ejemplo, las expresiones "que comprende", "que incluye", "que contiene", etc., se leerán de manera expansiva y sin limitación. Además, los términos y expresiones empleados en este documento se han utilizado como términos de descripción y no de limitación, y no hay intención en el uso de dichos términos y expresiones de excluir cualquier 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.

Breve descripción de las figuras en los dibujos

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

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

La figura 2 es una sección transversal de una cuerda híbrida de acuerdo con una primera realización de la invención.

La figura 3 es una sección transversal de una cuerda híbrida de acuerdo con una segunda realización de la invención.

La figura 4 es una sección transversal de una cuerda híbrida de acuerdo con una tercera realización de la invención.

La figura 5 es una sección transversal de una cuerda híbrida de acuerdo con una cuarta realización de la invención.

La figura 6 es una sección transversal de una cuerda híbrida de acuerdo con la invención en comparación de prueba.

La figura 7 muestra la elongación de una cuerda híbrida de la invención y una cuerda híbrida de referencia frente a ciclos en pruebas de fatiga por curvatura.

Modos para llevar a cabo la invención

Cuerda 1 híbrida

La figura 2 es una sección transversal de una cuerda híbrida de la invención de acuerdo con una primera realización de la invención. La cuerda 20 híbrida de la invención comprende un núcleo 22 de fibra, una capa 23 de polímero recubierta y una capa 24 externa que contiene miembros 26 metálicos en forma de alambres. La cuerda 20 híbrida como se ilustra en la figura 2 tiene una construcción de cuerda "12+FC". La expresión "12+FC" se refiere a un diseño de cuerda con una capa externa metálica que tiene 12 alambres individuales y un núcleo de fibra (abreviado como FC).

El núcleo 22 está hecho de una pluralidad de hebras de polietileno de alto módulo (HMPE), por ejemplo, cualquiera o más de hebra 8*1760, hebra dTex Dyneema® SK78, 4*1760 dTex Dyneema® o hebra 14*1760 dTex Dyneema® 1760 dTex SK78. El núcleo 22 puede estar hecho de un haz de hebras sintéticas continuas o hilos trenzados. Como un ejemplo, en un primer paso se produjo una primera parte central trenzada de 12 hilos, cada hilo compuesto por hebra 8*1760 dTex Dyneema® SK78. Esta primera parte central está sobretrenzada con 12 hilos de hebra Dyneema® 4*1760 dTex.

En un siguiente paso, la capa 23 recubierta de elastómero de copoliéster, tal como Arnitel®, se extruye sobre el núcleo 22 como se produjo anteriormente usando una extrusora de tornillo simple convencional con las condiciones de procesamiento descritas en las pautas de extrusión del usuario.

Después de eso, la cuerda híbrida se obtiene enredando doce alambres de acero alrededor del núcleo 22. En esta realización, los miembros 26 metálicos en forma de alambre como un ejemplo ilustrado aquí son alambres de acero únicos idénticos. Alternativamente, debe entenderse que los miembros 26 metálicos en forma de alambre pueden ser hilos metálicos que comprenden varios filamentos. Debe entenderse que la capa externa metálica 24 también puede comprender una combinación de hilos de filamento y alambres de acero individuales.

Debe notarse que en la capa 23 de polímero recubierta en la figura 2 (de manera similar también para las capas de polímero recubiertas en las siguientes figuras) se ve redonda pero en realidad tiene forma de estrella y se encuentra entre los hilos.

Cuerda 2 híbrida

La figura 3 es una sección transversal de una cuerda híbrida de la invención de acuerdo con una segunda realización de la invención. La cuerda 30 híbrida de la invención comprende un núcleo 32 de fibra, una capa 33 de elastómero de copoliéster extrudido que tiene elastómero de copoliéster que contiene bloques blandos en el rango de 10 a 70% en peso, una primera capa externa metálica que contiene los primeros miembros 34 metálicos en forma de alambre y una segunda capa externa metálica que contiene segundos miembros 38 metálicos en forma de alambre. La cuerda 30 híbrida como se ilustra en la figura 3 tiene una construcción de cuerda "32x7c+26x7c+FC SsZs, SzZz o ZzSz". La expresión "32x7c+26x7c+FC SsZs" se refiere a un diseño de cuerda con la segunda capa metálica (la mayoría de la capa exterior) que tiene 32 hilos (es decir, los segundos miembros 38 metálicos en forma de alambre) con una dirección de rotación de "S", en donde cada hilo contiene 7 filamentos compactados con una dirección de rotación de "s", la primera capa metálica tiene 26 hilos (es decir, los primeros miembros 34 metálicos con forma de alambre) con una dirección de rotación de "Z", en donde cada hilo contiene 7 filamentos compactados con una dirección de rotación de "s", y un núcleo de fibra (abreviado como FC). Los miembros 34, 38 metálicos de la cuerda 30 híbrida como se muestra en la figura 3 tienen una dimensión idéntica y construcciones de hilo de filamento. Alternativamente, los miembros metálicos pueden tener diámetros diferentes y/u otras construcciones de hilo de filamento.

Cuerda 3 híbrida

La figura 4 es una sección transversal de una cuerda híbrida de la invención de acuerdo con una tercera realización de la invención. Como un ejemplo, la cuerda 40 híbrida ilustrada tiene una construcción de "34+24+FC SZ". La cuerda 40 híbrida de la invención comprende un núcleo 42 de fibra, una capa 43 de elastómero de copoliéster extrudido tal como Arnitel® alrededor del núcleo 42, una primera capa externa metálica que contiene los primeros miembros 44 metálicos en forma de alambre. Además, una capa 45 de plastómero extrudido, tal como EXACT ® 0230 está

recubierto entre el núcleo 42 de fibra y la capa 43 de elastómero de copoliéster extrudido. Una segunda capa externa metálica que contiene los segundos miembros 48 metálicos en forma de alambre enredados en dirección diferente de los primeros miembros 44 metálicos en forma de alambre está encima de la primera capa externa metálica y una capa 49 de protección termoplástica, tal como polietileno (PE) se extruye en toda la cuerda. Opcionalmente, se puede

Cuerda 4 híbrida

La figura 5 es una sección transversal de una cuerda híbrida de la invención de acuerdo con una cuarta realización de la invención. Como un ejemplo, la cuerda 50 híbrida de la invención ilustrada comprende un núcleo 52 de fibra, una capa 53 de elastómero de copoliéster extrudido alrededor del núcleo 52 y una capa 54 externa que contiene hilos híbridos. Aquí, el hilo híbrido contiene un núcleo 56 de fibra, una capa 57 extrudida opcional y una capa metálica que contiene miembros 58 metálicos en forma de alambre alrededor de la capa 57 extrudida. La composición del núcleo 56 de fibra en la capa externa puede ser igual o diferente de el del núcleo 52 de fibra en el centro de la cuerda híbrida. La composición de la capa 57 extrudida en el hilo híbrido individual también puede ser igual o diferente de la de la capa 53 extrudida en el núcleo 52 de fibra de la cuerda híbrida. Los miembros 58 metálicos en forma de alambre son preferiblemente alambres de acero galvanizado.

Comparaciones de prueba

La ventaja de la presente invención se ilustrará después de la comparación. La cuerda 60 híbrida de la invención que tiene una construcción de cuerda como se muestra en la figura 6 se produce para comparación. Un núcleo 62 de fibra está encerrado por una capa 63 extrudida. Una capa 64 metálica exterior que contiene seis hilos 66 de acero está alrededor del núcleo extrudido. En cada hilo 66, hay 26 alambres de acero. Los 6 hilos 66 se compactan con el núcleo de fibra extrudida y, por lo tanto, se forma una cuerda híbrida de 26 mm. La dimensión detallada de la cuerda híbrida se da en la tabla 2. De acuerdo con la invención, en este ejemplo específico, el elemento de núcleo es fibra de alto módulo, Dyneema®, con un diámetro de 11 mm. El núcleo se extruye con un elastómero de copoliéster que contiene bloques blandos, Arnitel®, con un grosor de 1 mm.

Tabla 2 Dimensión de cuerda, de la cuerda de la invención en comparación.

Cuerda híbrida: 6x26WS C+FC		
Diámetro de la cuerda después de la compactación del hilo (mm)		26
Diámetro del núcleo (mm)		11
Grosor de la capa extrudida (mm)		1
Diámetro exterior del hilo (8.54 mm)	Central (mm)	0.84
	Interior (mm)	1.17
	Warrington 2 (mm)	1.41
	Warrington 1 (mm)	1.11
	Exterior (mm)	2.00

Para dar una indicación explícita, una cuerda híbrida convencional que tiene la misma configuración de cuerda y una dimensión similar se toma como una cuerda híbrida de referencia, en donde se compacta un núcleo de polipropileno (PP) que tiene un diámetro de núcleo de 13 mm sin capa extrudida directamente con hilos de acero. La cuerda híbrida de la invención que tiene un núcleo Dyneema® extrudido con Arnitel® se compara con la misma.

Como comparación, también se toma como ejemplo comparativo una cuerda híbrida que tiene un núcleo Dyneema® idéntico extrudido con PP con el mismo grosor, es decir, 1 mm.

Debido a la gran responsabilidad que implica garantizar que se instale de forma segura en el equipo, cualquier cuerda de alambre en uso debe estar claramente bajo su carga de rotura. El uso del factor de seguridad (SF) es impuesto por ley o norma a la cual una estructura debe conformarse o excederse. SF es una relación entre la carga de rotura (resistencia absoluta) y la carga aplicada real, es decir

$$SF = \frac{\text{Carga_de_ruptura}}{\text{Carga_aplicada}} \quad (1)$$

El propósito de imponer SF es mantener la cuerda en la vida útil y resistencia dentro de los límites de seguridad.

El estado de la polea, el tambor o las roldanas y otros accesorios finales también debe tenerse en cuenta. La condición de estas partes afecta el desgaste de la cuerda: cuanto menor es el radio de curvatura de la polea, mayor es la resistencia a la curvatura. Las cuerdas híbridas se prueban en pruebas de curvatura y fatiga realizadas en condiciones severas, donde el tamaño de la polea $D=514$ mm y el diámetro de la cuerda $d=26$ mm, es decir, $D/d \approx 20$.

Cuerdas cargadas a la misma carga:

Las propiedades, tales como el peso lineal, la carga de rotura, la carga aplicada y el módulo, de las cuerdas híbridas investigadas se ilustran en la tabla 3.

Como se muestra en la tabla 3, el peso lineal de todas las cuerdas híbridas es comparable, mientras que la carga de ruptura y el módulo de las cuerdas híbridas con núcleo Dyneema® extrudido (D2) son más altas que la cuerda híbrida de referencia con núcleo PP (P). Esto podría atribuirse al mayor módulo del núcleo Dyneema® ya que la carga aplicada es compartida por la capa externa de acero y el núcleo de fibra, y la capa externa de acero soporta la misma carga.

Es importante destacar que, en las pruebas de curvatura y fatiga, la cuerda híbrida de la invención presenta excelentes propiedades.

La cuerda híbrida (D2) de la invención se compara con una cuerda híbrida que tiene un núcleo Dyneema® extrudido con PP (tabla 3, ejemplo comparativo 1, D1) y cuerda de referencia (P en la tabla 3) con la misma carga aplicada, es decir, 8.81 tons.

En este caso, el SF de la cuerda híbrida que tiene un núcleo Dyneema® extrudido con Arnitel® (D2) es mayor que el de la cuerda híbrida de referencia con núcleo PP (P), es decir, 5.9 frente a 5.2. Es importante destacar que la cuerda híbrida de referencia con núcleo de PP (P) se destruye después de aproximadamente 110,000 ciclos, mientras que la cuerda híbrida que tiene un núcleo Dyneema® extrudido con Arnitel® (D2) proporciona aproximadamente un 40% más de ciclos de destrucción, es decir, se rompe después de aproximadamente 150,000 ciclos.

Tabla 3 Cuerdas híbridas en comparación.

	Núcleo de las cuerdas híbridas	Peso lineal (kg/m)	Carga de ruptura (toneladas)	Carga aplicada (toneladas)	Factor de seguridad (SF)	Módulo (GPa)
Ejemplo (D2) de la invención	Núcleo Dyneema® extrudido con Arnitel®	2.69	52.37	8.81	5.9	89.81
Ejemplo comparativo 1 (D1)	Núcleo Dyneema® extrudido con PP	2.75	52.17	8.81	5.9	87.98
Referencia (P)	Núcleo PP sin capa extrudida	2.75	46.07	8.81	5.2	76.00

Además, el SF de la cuerda híbrida comparativa (D1) (SF=5.9) también es más alta que la cuerda de referencia (SF=5.2). La elongación y la reducción del diámetro debido a la curvatura y la fatiga de la cuerda híbrida comparativa (D1) después de estar en uso es menor que el de la cuerda de referencia, es decir, una cuerda híbrida sin recubrimiento en el núcleo (P).

Por otra parte, la cuerda híbrida de la invención (D2) muestra significativamente menos elongación y menos reducción de diámetro en comparación con la cuerda híbrida comparativa (D1) y la cuerda híbrida de referencia (P). La reducción del diámetro se ha reducido a 1% para D2, mientras que a 2% para D1 y 3% para P. Además, se encuentran menos roturas de alambre en la cuerda híbrida (D2) de la invención después de estar en uso durante ciertos ciclos.

Cuerdas cargadas con el mismo factor de seguridad:

En las pruebas de curvatura y fatiga, el SF de 5 tiene en cuenta la carga cíclica a la que están sujetas la invención y las cuerdas híbridas de referencia, es decir, la carga aplicada real es 1/5 de la carga de rotura de la cuerda híbrida.

Tabla 4 Cuerdas híbridas en comparación.

	Núcleo de las cuerdas híbridas	Peso lineal (kg/m)	Carga de ruptura (toneladas)	Carga aplicada (toneladas) @ SF=5	Módulo (GPa)
Ejemplo (D3)* de la invención	Núcleo Dyneema® extrudido con Arnitel®	2.69	52.37	9.9	89.81
Referencia (P)*	Núcleo PP sin capa extrudida	2.75	46.07	8.81	76.00
*Las elongaciones de las cuerdas híbridas durante la prueba de curvatura y fatiga se muestran en la figura 7.					

5 Como se muestra en la tabla 4, con el mismo factor de seguridad, es decir SF=5, la carga aplicada en la cuerda híbrida de la invención del núcleo Dyneema® extrudido con Arnitel® (D3) es de 9.9 toneladas frente a 8.81 toneladas de la carga aplicada en la cuerda híbrida de referencia con núcleo de PP (P). Incluso si se aplica aproximadamente un 13% más de carga en la cuerda híbrida de la invención (D3), la cuerda híbrida de la invención (D3) muestra significativamente menos elongación después del mismo número de ciclos en comparación con la cuerda de referencia (P) como se muestra en la figura 7. Este resultado es consistente con la medición de la reducción del diámetro después del mismo número de ciclos: menor reducción del diámetro, que es alrededor del 1.3% con la cuerda híbrida (D3) de la invención, en comparación con la reducción del diámetro de la cuerda de referencia (P) que es alrededor del 2.9%. El desarrollo de la elongación y la reducción del diámetro cerrarán los espacios entre los alambres metálicos o de acero y mejorarán su fricción/desgaste y eventualmente resultarán en la rotura de los alambres. De hecho, el alambre se rompe antes y más para la cuerda híbrida de referencia que la cuerda híbrida de la invención después de estar en uso durante ciertos ciclos.

La cuerda híbrida de la invención indica una fiabilidad garantizada y una larga vida útil y, por lo tanto, es adecuada para aplicaciones críticas.

20 Debe entenderse que, aunque la presente invención se ha divulgado específicamente mediante realizaciones preferidas y características opcionales, los expertos en la técnica pueden recurrir a modificaciones y variaciones de las invenciones divulgadas en el presente documento, y que tales modificaciones y variaciones se consideran dentro del alcance de esta invención.

25 Lista de referencias

- 10 cable compuesto
- 12 núcleo sintético
- 14 funda de metal
- 30 16 alambre
- 20 cuerda 1 híbrida
- 22 núcleo de fibra
- 23 capa de polímero recubierta
- 24 capa exterior
- 35 26 miembro metálico en forma de alambre
- 30 cuerda 2 híbrida
- 32 núcleo de fibra
- 33 capa de elastómero de copoliéster extrudido
- 34 primer miembro metálico en forma de alambre
- 40 38 segundo miembro metálico en forma de alambre
- 40 cuerda 3 híbrida
- 42 núcleo de fibra
- 43 capa de elastómero de copoliéster extrudido
- 44 primer miembro metálico en forma de alambre
- 45 45 capa de plastómero recubierto
- 48 segundo miembro metálico en forma de alambre
- 49 capa de protección termoplástica
- 50 50 cuerda 4 híbrida
- 52 núcleo de fibra
- 53 53 capa de elastómero de copoliéster extrudido
- 54 capa exterior
- 56 núcleo de fibra
- 57 capa extrudida

- 58 miembro metálico en forma de alambre
- 60 cuerda híbrida
- 62 núcleo de fibra
- 63 capa extrudida
- 5 64 capa metálica exterior
- 66 hilo de acero

REIVINDICACIONES

1. Una cuerda (20, 30, 40, 50, 60) híbrida que comprende un elemento (22, 32, 42, 52, 62) de núcleo que contiene fibras sintéticas rodeadas por al menos una capa (24, 34, 44, 54, 64) externa que contiene miembros (26, 34, 38, 44, 48, 58, 66) metálicos en forma de alambre,
5
caracterizada porque el elemento (22, 32, 42, 52, 62) de núcleo está recubierto con un polímero (23, 33, 43, 53, 63) que tiene elastómero de copoliéster que contiene bloques blandos en el rango de 10 a 70% en peso.
- 10 2. La cuerda (20, 30, 40, 50, 60) híbrida de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la dureza Shore D del elastómero de copoliéster medido de acuerdo con ISO 868 es mayor que 50.
3. La cuerda (20, 30, 40, 50, 60) híbrida de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde el elastómero de copoliéster es un copolímero de bloques de copoliéster con bloques blandos que consisten en segmentos de poliéster, policarbonato y/o poliéter.
15
4. La cuerda (20, 30, 40, 50, 60) híbrida de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde las fibras sintéticas son fibras de alto módulo que contienen polietileno de alto peso molecular (HMWPE), polietileno de peso molecular ultra alto (UHMWPE), polímero de cristal líquido (LCP), aramida y PBO (poli(p-fenileno-2,6-benzobisoxazol)).
20
5. La cuerda (20, 30, 40, 50, 60) híbrida de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el grosor del polímero (23, 33, 43, 53, 63) es mayor de 0.5 mm.
- 25 6. La cuerda (20, 30, 40, 50, 60) híbrida de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde dicha cuerda (20, 30, 40, 50, 60) híbrida tiene un diámetro en el rango de 2 a 400 mm.
7. La cuerda (40) híbrida de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además una funda (49) que rodea la capa (48) externa metálica, dicha funda (49) que comprende un plastómero, termoplástico y/o elastómero.
30
8. La cuerda (20, 30, 40, 50, 60) híbrida de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde los miembros (26, 34, 38, 44, 48, 58, 66) metálicos en forma de alambre son alambres de acero y/o hilos de alambre de acero.
35
9. La cuerda (20, 30, 40, 50, 60) híbrida de acuerdo con la reivindicación 8, en donde los alambres de acero y/o los hilos de alambre de acero están recubiertos con zinc y/o aleación de zinc.
10. La cuerda (30, 40) híbrida de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la cuerda (30, 40) híbrida contiene dos o más capas (34, 38, 44, 48) externas que contienen miembros metálicos en forma de alambre.
40
11. La cuerda (40) híbrida de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde se añade una capa (45) de plastómero adicional entre el elemento (42) de núcleo y el polímero (43) recubierto, y/o entre dos o más capas externas.
45
12. Un método para disminuir la elongación y la reducción del diámetro y aumentar la vida útil de una cuerda (20, 30, 40, 50, 60) híbrida después de estar en uso cuando se toma como referencia una cuerda híbrida sin recubrimiento o con otros recubrimientos tal como polipropileno sobre el núcleo, dicho método comprende los pasos:
50
(a) proporcionar un elemento (22, 32, 42, 52, 62) de núcleo, en donde dicho elemento (22, 32, 42, 52, 62) de núcleo incluye fibras sintéticas;
(b) recubrir dicho elemento de núcleo con un polímero (23, 33, 43, 53, 63) que tiene elastómero de copoliéster que contiene bloques blandos en el rango de 10 a 70% en peso; y
55
(c) torcer una pluralidad de miembros (26, 34, 38, 44, 48, 58, 66) metálicos en forma de alambre juntos alrededor del elemento (22, 32, 42, 52, 62) de núcleo para formar una capa externa metálica.
- 60 13. Un método para evitar presionar un material recubierto en un núcleo interno entre los miembros en forma de alambre de una cuerda (20, 30, 40, 50, 60) híbrida después de estar en uso, dicho método comprende los pasos:
(a) proporcionar un elemento (22, 32, 42, 52, 62) de núcleo, en donde dicho elemento de núcleo incluye fibras sintéticas;
65

(b) recubrir dicho elemento (22, 32, 42, 52, 62) de núcleo con un polímero (23, 33, 43, 53, 63) que tiene elastómero de copoliéster que contiene bloques blandos en el rango de 10 a 70% en peso; y

5 (c) torcer una pluralidad de miembros (26, 34, 38, 44, 48, 58, 66) metálicos en forma de alambre juntos alrededor del elemento (22, 32, 42, 52, 62) de núcleo para formar una capa externa metálica.

14. Un método de acuerdo con la reivindicación 12 o 13, en donde dicho paso b) de recubrimiento es el recubrimiento por extrusión del polímero (23, 33, 43, 53, 63) sobre el elemento (22, 32, 42, 52, 62) de núcleo.

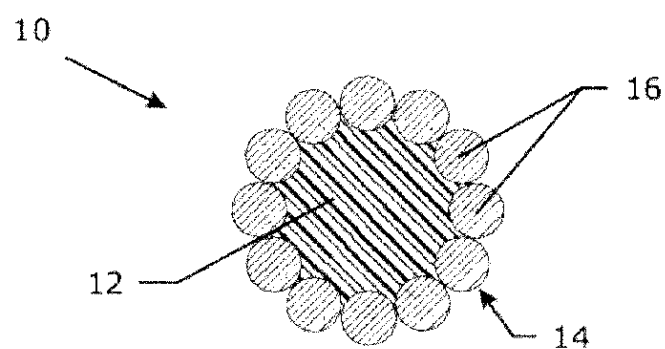


Fig. 1

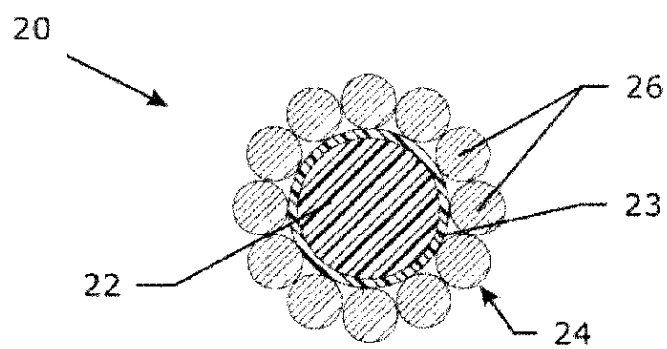


Fig. 2

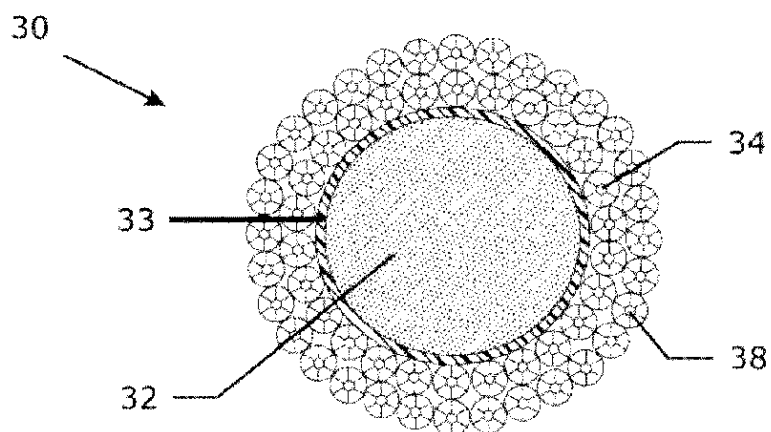


Fig. 3

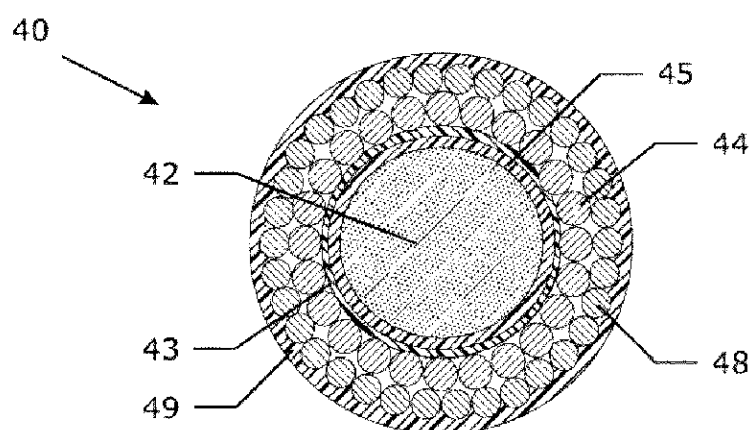


Fig. 4

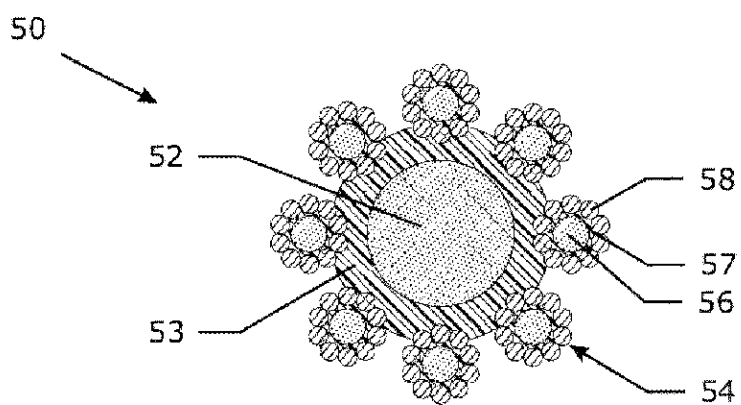


Fig. 5

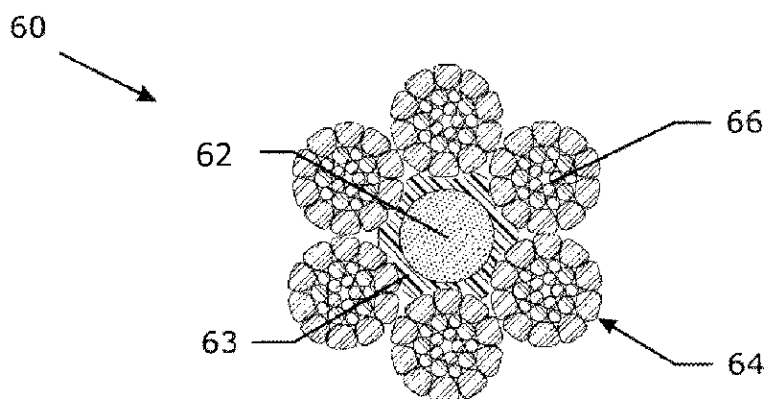


Fig. 6

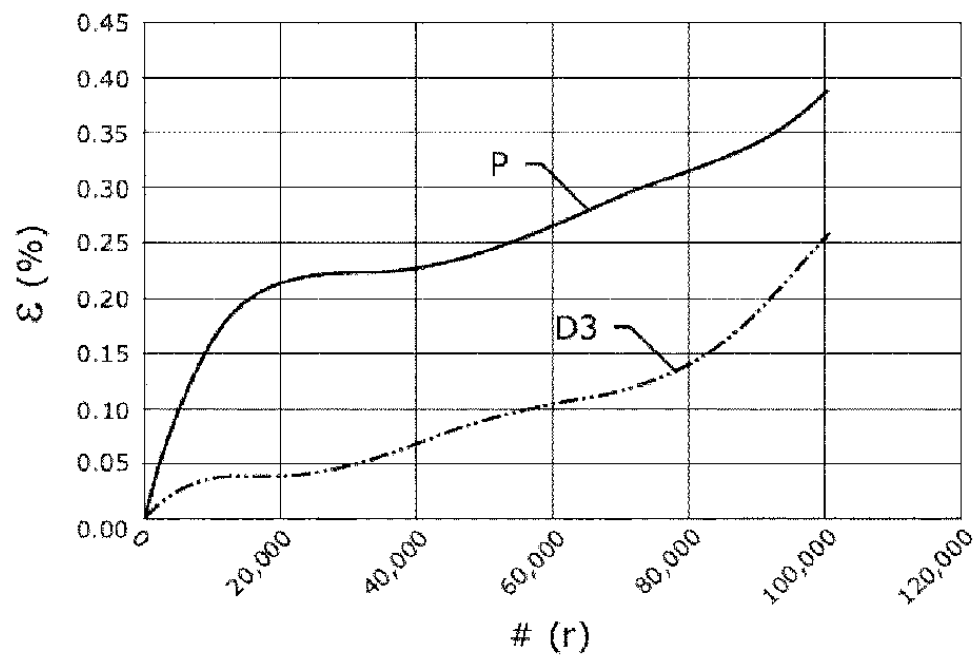


Fig. 7