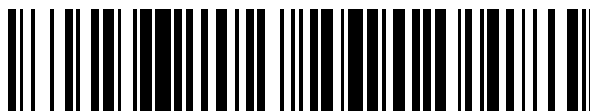


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 675 131**

51 Int. Cl.:

G01L 1/24 (2006.01)

E21B 47/00 (2012.01)

G02B 6/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.02.2013** **E 13154385 (2)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.04.2018** **EP 2674738**

54 Título: **Sensor de tensión, procedimiento y sistema de fabricación**

30 Prioridad:

10.02.2012 NL 2008275

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

06.07.2018

73 Titular/es:

DRAKA HOLDING N.V. (100.0%)

Schieweg 9

2627 AN Delft, NL

72 Inventor/es:

LOWELL, MARK EDMUND;

ANGERS, TYLER LOUIS;

JONKER, JAN WIGGER y

WATERMAN, KENDALL

74 Agente/Representante:

ARPE FERNÁNDEZ, Manuel

ES 2 675 131 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

Sensor de tensión, procedimiento y sistema de fabricación

- 5 **[0001]** La invención se refiere a un sensor de tensión, que incluye una envoltura protectora alargada que rodea un espacio interior y una fibra óptica que se extiende a través de la envoltura, comprendiendo la fibra, al menos, un núcleo de fibra, un revestimiento de fibra y un recubrimiento de fibra, en el que un material de relleno endurecido rellena, al menos parte de, un espacio comprendido entre la fibra y la envoltura de protección, estando configurado el material de relleno endurecido para permitir el acoplamiento de tensión entre la envoltura protectora y la fibra.
- 10 **[0002]** Sensores de fibra conocidos incluyen núcleos de fibra de vidrio para transmitir luz, un revestimiento y, por ejemplo un recubrimiento metálico. Durante el funcionamiento, puede ser transmitida luz (por ejemplo, luz láser) en la fibra del sensor, en donde, al menos parte de, la luz se puede retro-dispersar en la fibra (por ejemplo, a través de la dispersión de Brillouin). La frecuencia de la luz retro-dispersada puede depender de varios factores, por ejemplo tensión, presión y/o temperatura. La luz retro-dispersada puede detectarse y procesarse para proporcionar información sobre esos factores.
- 15 **[0003]** Generalmente, el núcleo de la fibra es la parte central de la fibra óptica que guía la luz. El revestimiento de la fibra es el material que rodea el núcleo de la fibra óptica, teniendo el revestimiento un índice de refracción más bajo comparado con el del núcleo. Generalmente, tanto el núcleo como el revestimiento son transparentes a la luz a transmitir a través de la fibra. Además, generalmente, la fibra está provista de un recubrimiento de protección, que puede incluir una o más capas de diversos materiales.
- 20 **[0004]** El documento WO2004066000 describe una fibra óptica que tiene un núcleo y un revestimiento, y un recubrimiento o protector. De acuerdo con WO2004066000, el revestimiento o protector puede ser un tubo flexible protector de níquel o de acero inoxidable que recubre la fibra óptica.
- 25 **[0005]** El documento US2008/0273852 describe una fibra óptica que tiene un núcleo, un revestimiento y un recubrimiento de protección metálico sobre el revestimiento para proteger la superficie de dicho revestimiento. De acuerdo con dicho documento US2008/0273852, el diámetro del revestimiento se encuentra apropiadamente dentro del intervalo de 180 μm a 250 μm .
- 30 **[0006]** El documento DE102009024885 divulga una fibra óptica que tiene un núcleo, un revestimiento, una capa protectora no conductora y un recubrimiento de dos capas, cuya capa exterior de 50 a 150 μm es preferiblemente una capa metálica, por ejemplo de níquel, y pudiendo ser la capa interna una capa de oro de 1 a 5 μm o una capa de laca conductora de 20 a 50 μm .
- 35 **[0007]** El documento WO 2009/022095 describe un procedimiento para instalar un cable para la medición distribuida de un parámetro físico, que incluye proporcionar un cable adaptado para medir un parámetro físico en una pluralidad de puntos a lo largo del tubo portador, insertar el cable a través de un tubo portador, inyectar un fluido endurecible en el tubo portador y endureciendo el material fluido endurecible para que esté en estado sólido. El material endurecido permite el acoplamiento de tensión entre el cable y el tubo portador, por ejemplo para las aplicaciones de medición OTDR de Brillouin (distribuido) o interferómetro Michelson (integrado). Durante la instalación, el fluido endurecible se inyecta en el tubo portador, arrastrando la fibra óptica dentro del tubo. Este cable y el respectivo procedimiento de instalación tienen varias desventajas. En primer lugar, requieren el uso de ciertas sustancias químicas en campaña, lo que puede ocasionar derrames/fugas en el campo y provocar accidentes ambientales. Además, solo se puede lograr una longitud de instalación limitada por el procedimiento conocido debido a una distancia de flotante máxima alcanzable. Además, el procedimiento conocido requiere una tubería que tenga un diámetro relativamente grande.
- 40 **[0008]** La presente invención tiene como objetivo proporcionar un sistema y procedimiento de sensor mejorado. Particularmente, la invención pretende proporcionar un sensor de tensión de fibra óptica relativamente largo, duradero, robusto y fiable. Además, en particular, la invención tiene como objetivo proporcionar un sensor de tensión que sea capaz de proporcionar resultados de medición relativamente precisos y reproducibles. Además, la invención tiene como objetivo proporcionar una capacidad de fabricación mejorada de sensores de tensión relativamente largos (por ejemplo, al menos 1 km de longitud).
- 45 **[0009]** Para este fin, de acuerdo con un aspecto de la invención, se proporciona un sensor de fibra como se define por las características de la reivindicación 1.
- 50 **[0010]** Un diámetro exterior de la fibra es relativamente grande, particularmente, al menos, aproximadamente 250 μm . Una distancia transversal máxima entre un lado interior de la envoltura protectora y un lado externo de la fibra se encuentra dentro del intervalo de 40 μm a 200 μm . Además, el material de relleno endurecido se selecciona del grupo consistente en: un material flexible, un material elástico, un material con una dureza shore A que es inferior a aproximadamente 50, y un material que satisfaga cualquier combinación de dichas condiciones (por ejemplo, un material elástico y/o material flexible endurecido que tenga una dureza Shore A que sea inferior a aproximadamente 50).
- 55 **[0011]** Se ha encontrado que se puede usar un material relativamente flexible y/o relativamente blando (es decir, con una dureza shore A baja) y/o elástico como un material de relleno de acoplamiento de tensión en dicho sensor de tensión. Particularmente, se ha encontrado que dicho material de relleno puede proporcionar un acoplamiento de tensión entre la fibra de diámetro relativamente grande y la envoltura, que es suficiente para llevar a cabo mediciones de tensión.
- 60 **[0012]** Se observa que en esta solicitud, se hace referencia a la norma shore A de acuerdo con la norma ASTM D2240, tal como apreciará un experto en la materia.
- 65

[0013] Además, se ha encontrado que dicho material de relleno puede usarse para fabricar un sensor de tensión con solo una distancia muy pequeña entre una superficie exterior de la fibra y una superficie interna opuesta de la envoltura, lo que conduce a resultados de medición mejorados. En último caso, por ejemplo, el material de relleno relativamente blando y/o elástico puede evitar o reducir las posibilidades de que la fibra se enganche localmente en el revestimiento, tanto durante como después de la fabricación, proporcionando una fiabilidad mejorada del sensor y una mejor durabilidad del sensor.

[0014] Particularmente, durante la fabricación, se puede aplicar un material de relleno relativamente fluido y susceptible de endurecerse, que permite el movimiento local de la fibra respecto de la envoltura después de que la fibra se haya envuelto, previniendo o reduciendo la tensión sobre la fibra durante uno o más etapas posteriores de fabricación. Además, dicho material de relleno relativamente fluido y susceptible de endurecerse puede compensar las posibles variaciones de diámetro de la fibra y/o la envoltura durante la fabricación del sensor de tensión.

[0015] Además, el presente sensor de tensión se puede hacer relativamente compacto, con una envoltura de protección externa de diámetro relativamente pequeño, por ejemplo un diámetro de aproximadamente 1 cm o menor, por ejemplo aproximadamente 5 mm o menor, particularmente un diámetro comprendido dentro del intervalo de aproximadamente 1 a 2 mm, menor de 1 mm.

[0016] El material de relleno endurecido puede configurarse para mantener la fibra separada de la envoltura protectora, por ejemplo encapsulando completamente la fibra. Esto no es esencial: la fibra también puede entrar en contacto directo con la envoltura protectora localmente en una o más ubicaciones.

[0017] En una realización adicional, la fibra puede extenderse sustancialmente paralela a una línea central de la envoltura protectora, por ejemplo coaxialmente a lo largo de esa línea central. La fibra no tiene que extenderse completamente paralela a una línea central de la envoltura de protección. Por ejemplo, la fibra puede extenderse con una o más curvaturas suaves o en forma de onda con respecto a una línea central de la envoltura. Como resultado, de ello se puede reducir la tensión de la fibra durante la fabricación, y puede lograrse un producto de sensor de tensión relativamente consistente. Por ejemplo, la fibra puede tener una cierta sobre-longitud (es decir, un exceso de longitud) con respecto a la envoltura, por ejemplo, una sobre-longitud mayor del 0% y menor del 0,1%, tal como aproximadamente el 0,05% de longitud máxima.

[0018] Además, el material de relleno endurecido puede llenar completamente un espacio entre una superficie externa de la fibra y una superficie interna opuesta de la envoltura protectora. Alternativamente, el material de relleno endurecido puede llenar solo parte de un espacio entre una superficie externa de la fibra y una superficie interna opuesta de la envoltura protectora, por ejemplo en ciertas ubicaciones predeterminadas de acoplamiento de tensión, espaciadas entre sí vistas en una dirección longitudinal del sensor de tensión resultante.

[0019] De acuerdo con una realización adicional, el material de relleno endurecido tiene una dureza Shore A dentro del intervalo de aproximadamente 5 a 40, por ejemplo una dureza Shore A dentro del intervalo entre 10 y 30.

[0020] El material de relleno endurecido se puede seleccionar, por ejemplo, del grupo que consistente: un polímero o material polimérico, un caucho o material similar al caucho, una silicona, un material termoplástico y un gel endurecido. Se han obtenido buenos resultados, por ejemplo con un caucho de silicona, particularmente un gel de tipo inyectado compuesto de 2 partes de caucho de silicona verde de Dow-Corning™. La persona experta apreciará que la invención no se limita a estas sustancias como un material de relleno susceptible de endurecerse/endurecido del sensor de tensión.

[0021] El revestimiento de fibra puede ser, por ejemplo un revestimiento convencional, por ejemplo hecho de vidrio. Típicamente, un diámetro exterior del revestimiento puede estar dentro del intervalo de aproximadamente 125 µm a aproximadamente 150 µm.

[0022] El recubrimiento de fibra como tal (que también se puede denominar "protector de fibra primario") se puede configurar de varias formas. El recubrimiento de fibra puede ser un recubrimiento de capa única o doble, por ejemplo, hecho de uno o más materiales de acrilato endurecidos por radiación.

[0023] En una realización adicional, el recubrimiento de fibra es un recubrimiento de una sola capa a base de acrilato de alta temperatura susceptible de endurecerse por radiación (preferiblemente capaz de soportar temperaturas de 150° C). Alternativamente, el revestimiento puede ser revestimiento de poliimida.

[0024] En una realización adicional, un diámetro externo del recubrimiento de fibra puede ser de aproximadamente 250 µm.

[0025] También, en una realización adicional, el recubrimiento de fibra puede tener un espesor de capa dentro del intervalo de aproximadamente 15 a 200 µm, por ejemplo un intervalo de aproximadamente 60 a 70 µm. Alternativamente, el recubrimiento de fibra como tal puede ser o incluir un recubrimiento relativamente fino, por ejemplo que tenga un espesor de revestimiento o unas pocas décimas de µm hasta unos pocos µm (por ejemplo, un recubrimiento con un espesor dentro del intervalo de 1 a 15 µm), para ejemplo, un recubrimiento que incluye o consiste en una capa de metal o una capa de carbono.

[0026] En una realización adicional, la fibra es una fibra sobre protegida que está provista de una o más capas protectoras (que rodean estrechamente el recubrimiento de fibra). Dicha capa protectora se puede llamar "protector secundario" en caso de que dicho recubrimiento de fibra se denomine "protector primario".

[0027] En una realización adicional, un diámetro exterior de la fibra o fibra sobre protegida es relativamente grande, y puede ser, por ejemplo, al menos 300 µm, por ejemplo, al menos 500 µm, particularmente al menos 750 µm, por ejemplo, aproximadamente 900 µm. Un diámetro exterior máximo de la fibra o fibra sobre protegida como tal puede, por ejemplo ser de 1 µm, pero eso no es esencial.

[0028] Como se desprende de lo anterior, preferiblemente, la fibra puede estar provista de una o más capas protectoras (que rodean el recubrimiento de fibra) para alcanzar dicho diámetro de fibra externo grande, de modo que la fibra de diámetro relativamente grande puede incluir un recubrimiento de fibra de diámetro convencional (por

ejemplo, 250 μm) y, por ejemplo, un revestimiento de diámetro convencional (por ejemplo, 125 μm). Cada una de dichas capas protectoras puede ser parte integral de la fibra. La capa protectora como tal no está directamente involucrada en guiar la luz a través de la fibra. Lo cual es igualmente válido para el recubrimiento.

[0029] Por ejemplo, la fibra puede incluir al menos una capa protectora que se extiende alrededor del revestimiento y del recubrimiento, proporcionando al menos una capa protectora dicho diámetro exterior relativamente grande de la fibra. Cada capa protectora puede rodear estrechamente y conectarse firmemente a la capa de fibra contigua que se encuentra en su interior.

[0030] La, al menos una, capa protectora (que se extiende alrededor del recubrimiento de fibra) puede incluir diversos materiales. Una o más de las capas protectoras, por ejemplo, cada capa protectora, pueden incluir o consistir en un plástico, un acrilato, un termoplástico, poli (cloruro de vinilo) (PVC), Hytreltm, nailon y/o uno o más materiales diferentes, como será apreciado por el experto en el arte. Se ha encontrado que se pueden obtener buenos resultados usando una o más capas protectoras de acrilato (por ejemplo, al menos dos capas protectoras de acrilato).

[0031] La fibra puede ser una fibra de modo único o una fibra de múltiples modos. En general, un diámetro del núcleo de guía de luz de la fibra puede ser relativamente pequeño, por ejemplo dentro del intervalo de aproximadamente 7 a 100 μm u otro diámetro, por ejemplo, pero no limitado a, aproximadamente, 25 a 75 μm , por ejemplo, aproximadamente 40 a 70 μm , como apreciará el experto en la materia. Por ejemplo, el diámetro del núcleo puede ser de aproximadamente 7 a 8 μm para una fibra de modo único, o entre 10 y 100 μm para una fibra de múltiples modos.

[0032] En una realización adicional, una distancia transversal máxima entre un lado interior de la envoltura protectora y un lado externo de la fibra es relativamente pequeña, por ejemplo 500 μm , y preferiblemente 300 μm .

[0033] Una distancia transversal máxima entre un lado interior de la envoltura protectora y un lado externo de la fibra puede encontrarse, por ejemplo, dentro del intervalo de 40 μm a 200 μm , por ejemplo dentro del intervalo de 50 μm a 175 μm , particularmente en un intervalo de aproximadamente 75 μm a 150 μm .

[0034] En una realización adicional, una distancia transversal mínima entre un lado interior de la envoltura protectora y un lado externo de la fibra puede ser de 10 μm , particularmente de 20 μm . Alternativamente, en el caso de que la fibra entre en contacto localmente con la envoltura, la distancia transversal mínima entre el lado interior de la envoltura protectora y el lado externo de la fibra puede ser de 0 μm .

[0035] La envoltura protectora puede tener diversas formas, vistas, en una sección transversal, por ejemplo, circular, ovalada, elíptica, poligonal u otra forma diferente. Un lado interior de la envoltura protectora puede, por ejemplo tener una sección transversal sustancialmente circular, en el caso de una envoltura protectora tubular cilíndrica, u otra forma diferente. En una realización, dicho material de relleno puede estar ubicado en un espacio intermedio sustancialmente anular entre el lado interior de la envoltura y la fibra.

[0036] La envoltura protectora puede estar hecha de, o consistir sustancialmente en, al menos un metal o una aleación, por ejemplo acero, u otro material.

[0037] Preferiblemente, el sensor de tensión es flexible, es decir que permite enrollar y desenrollar el sensor, respectivamente, de un portador. Por ejemplo, la envoltura protectora puede ser flexible (por ejemplo, flexible por su propio peso, y/o flexible manualmente). La fibra del sensor de tensión es preferiblemente una fibra flexible. Además, preferiblemente, dicho material de relleno susceptible de endurecerse es flexible después de ser endurecido.

[0038] En una realización adicional, la envoltura protectora tiene un espesor de pared que es menor de aproximadamente 0,5 μm , por ejemplo un espesor dentro del intervalo de aproximadamente 0,1 a 0,3 μm .

[0039] Además, el sensor de tensión puede tener diversas longitudes, por ejemplo, con una longitud mínima de 10 m, 100 m, 1000 m u otra longitud mínima. La longitud máxima del sensor de tensión puede ser, por ejemplo de 5 km, de una longitud máxima diferente.

[0040] La invención también se refiere a un procedimiento para fabricar el sensor de tensión según la invención.

[0041] Se ha encontrado que un procedimiento de fabricación mejorado incluye:

- proporcionar la fibra óptica, incluyendo al menos el núcleo de fibra y el revestimiento de fibra;
- proporcionar una preforma, por ejemplo, una tira alargada, para formar la envoltura protectora tubular del sensor de tensión;
- suministrar la fibra óptica a la preforma antes y/o durante la formación de la envoltura tubular, para ser contenida en la envoltura;
- proporcionar un material de relleno susceptible de endurecerse entre la fibra y un lado interior de la envoltura, y endurecer el material de relleno susceptible de endurecerse;
- en el que el material de relleno endurecido permite el acoplamiento de tensión entre la envoltura de protección y la fibra, conectando entre sí las superficies opuestas de la fibra y del revestimiento,
- en el que la formación de la envoltura tubular y el suministro de la fibra óptica a la preforma se llevan a cabo preferiblemente en un proceso continuo.

[0042] De esta manera, se puede fabricar un sensor de tensión duradero, fiable y relativamente largo (por ejemplo, al menos 100 m, preferiblemente al menos 1 km).

[0043] En una realización adicional, la formación de la envoltura tubular y la alimentación de la fibra óptica a la preforma se llevan a cabo en un proceso continuo.

[0044] El material de relleno susceptible de endurecerse se puede aplicar a la preforma antes de formar la envoltura, y/o durante la formación de la envoltura, y/o a la envoltura tubular después de haberse formado la envoltura.

[0045] La envoltura tubular puede sellarse longitudinalmente usando un proceso de soldadura, por ejemplo, usando un láser para formar una soldadura longitudinal estanca.

[0046] En una realización, la fibra puede colocarse en la envoltura protectora con uno o más curvaturas o en forma de onda, particularmente antes de haberse endurecido el material de relleno susceptible de endurecerse.

[0047] En una realización, la fibra puede colocarse en la envoltura protectora sustancialmente paralela a una línea central de la envoltura antes de haberse curado el material de relleno susceptible de endurecerse.

[0048] Al menos una sección de la envoltura tubular puede deformarse después de haber recibido la fibra, y preferiblemente antes de endurecerse, en esa sección, el material de relleno susceptible de endurecerse, por ejemplo en un proceso de estiramiento para alcanzar un diámetro/longitud final deseada y/o una conversión en frío para aumentar la resistencia.

[0049] También, por ejemplo, el material de relleno susceptible de endurecerse puede permitir algún reposicionamiento lateral y/o longitudinal de la fibra dentro de la envoltura durante etapas de fabricación posteriores opcionales, tales como deformación o estiramiento de la envoltura, y/o durante el arrollado opcional del sensor (por ejemplo arrollar/bobinar el sensor en un portador de sensor, por ejemplo, un carrete de transporte).

[0050] Dicho reposicionamiento de fibra puede ser, por ejemplo un reposicionamiento lateral de la fibra durante una reducción opcional de un tamaño lateral (por ejemplo, diámetro) de la envoltura desde un tamaño lateral intermedio hasta un tamaño lateral final. La reducción de tamaño puede cerrar particularmente cualquier hueco que pueda estar todavía presente dentro del revestimiento (es decir, entre la superficie interna de la envoltura por un lado y el material de relleno y la fibra por otro lado).

[0051] Además, dicho reposicionamiento de la fibra puede ser un reposicionamiento longitudinal de la fibra, por ejemplo en el caso de un proceso de estirado de envoltura en el que la longitud de la envoltura aumenta (el proceso de estirado puede coincidir con un proceso de reducción de diámetro).

[0052] El procedimiento también puede incluir arrollar al menos una sección de la envoltura tubular formada, por ejemplo después de haber recibido la fibra óptica, y por ejemplo antes de que el material de relleno susceptible de endurecerse se haya endurecido completamente. Por lo tanto, un sensor de tensión relativamente largo puede ser almacenado y transportado en un estado relativamente compacto. Dicho reposicionamiento de fibra puede, por ejemplo también tiene lugar durante el bobinado de la envoltura.

[0053] Además, en una realización adicional del procedimiento, un diámetro exterior de la fibra puede ser de al menos aproximadamente 250 μm , en el que el material de relleno endurecido puede ser uno o más de: un material flexible, un material elástico y un material con una dureza Shore A que es inferior a aproximadamente 50. Por lo tanto, se pueden obtener las ventajas mencionadas anteriormente.

[0054] La invención se aclarará adicionalmente por medio de ejemplos no limitativos que se refieren al dibujo, en el que:

- La figura 1 muestra esquemáticamente un ejemplo no limitativo de una sección transversal de un sensor de acuerdo con una realización de la invención;

- La figura 2 muestra esquemáticamente una vista en planta de un procedimiento y sistema de fabricación de acuerdo con una realización de la invención;

- La figura 3 muestra esquemáticamente una vista lateral del procedimiento y sistema de fabricación;

- La figura 4A muestra esquemáticamente una sección transversal longitudinal de una sección de un sensor de tensión, con una configuración de posicionamiento de fibra; y

- La figura 4B muestra esquemáticamente una sección transversal longitudinal de una sección del sensor de tensión, que incluye una segunda configuración de posicionamiento de fibra.

[0055] En esta solicitud, las características similares o correspondientes se indican mediante signos de referencia similares o correspondientes.

[0056] La figura 1 representa una realización no limitativa de un sensor de tensión alargado, en una sección transversal. El sensor de tensión incluye una envoltura protectora alargada 5 que rodea un espacio interior, y una fibra óptica 3 que se extiende a través de la envoltura 5. La fibra 3 incluye al menos un núcleo de fibra 3a y un revestimiento de fibra 3b. Un material de relleno endurecido llena 4 al menos parte de un espacio entre la fibra 3 y la envoltura protectora 5. El material de relleno endurecido 4 está configurado para permitir el acoplamiento de tensión entre la envoltura protectora 5 y la fibra 3. Particularmente, para este fin, el material de relleno 4 conecta mecánicamente una superficie exterior de la fibra 3 a una superficie interna opuesta de la envoltura 5. Además, a tal fin, el material de relleno 4 puede adherirse a ambas superficies.

[0057] En este ejemplo, la envoltura es una envoltura tubular 5, y tiene una sección transversal circular. Como se mencionó anteriormente, la envoltura 5 también puede tener otras configuraciones, por ejemplo, tener una forma de sección transversal diferente, como será evidente para los expertos en el arte. En una realización adicional, la envoltura 5 es un tubo soldado que incluye una línea de soldadura longitudinal 7.

[0058] La fibra como tal puede tener diversas configuraciones, como se ha mencionado anteriormente. En el presente ejemplo, la fibra óptica 3 incluye un núcleo central 3a, y un revestimiento 3b que rodea el núcleo 3a (visto en una sección transversal). Se pueden proporcionar una o más capas protectoras 3c, 3d, que rodean el revestimiento 3b (vistas en una sección transversal). El presente ejemplo no limitativo incluye una capa de revestimiento 3c que encapsula el revestimiento 3b, particularmente de manera concéntrica. En el ejemplo, la capa de recubrimiento tiene un diámetro externo D1, como se indica con una doble flecha en la figura 1.

Además, se proporciona una capa protectora 3d en la capa de recubrimiento, proporcionando así una fibra con sobre protección con un diámetro exterior aumentado D2 en comparación con el diámetro exterior D1 de la capa de revestimiento, dicho diámetro exterior aumentado proporciona el diámetro externo de la fibra óptica 3 resultante. Debe observarse que la fibra 3 como tal también puede incluir una o más capas y recubrimientos diferentes, como será apreciado por el experto en la técnica. Además, en una realización alternativa, la fibra 3 puede no incluir dicha capa protectora 3d.

[0059] Como se mencionó anteriormente, el recubrimiento de fibra 3c se puede configurar de varias maneras. Por ejemplo, la capa 3c puede ser un recubrimiento de una o dos capas, por ejemplo, hecha de uno o más materiales de acrilato endurecidos por radiación. En una realización adicional, el recubrimiento de fibra 3c es un recubrimiento de capa única a base de acrilato de temperatura elevada susceptible de endurecerse por radiación (preferiblemente capaz de soportar temperaturas de 150° C). Alternativamente, el recubrimiento 3c puede ser un recubrimiento de poliimida, u otro tipo diferente de recubrimiento. En una realización adicional, un diámetro externo del revestimiento de fibra 3c es un diámetro convencional, por ejemplo unos 250 µm.

[0060] Como se mencionó anteriormente, dicha capa de protección 3d puede estar hecha de diversos materiales. La(s) capa(s) de protección 3d puede(n), por ejemplo, incluir o consistir en un material plástico, un acrilato, un termoplástico, cloruro de polivinilo (PVC), Hytreltm, nailon, y/o uno o más materiales diferentes, como apreciará un experto en el arte.

[0061] Particularmente, cada capa de recubrimiento y cada capa de protección 3c, 3d, puede estar configurada para adherirse firmemente a la parte de fibra contigua 3b, 3c que está colocada en la misma, permitiendo la transferencia de tensión entre las capas al núcleo de fibra 3a.

[0062] El diámetro exterior relativamente grande D2 de la fibra 3 (con sobre protección) como tal puede ser de, al menos, 250 µm. En una realización adicional, el diámetro exterior D2 de la fibra es de, al menos 300 µm, por ejemplo al menos de 500 µm, particularmente de, al menos, 750 µm, por ejemplo aproximadamente 900 µm. Un diámetro exterior máximo D2 de la fibra 3 puede ser, por ejemplo de 1 mm, pero la invención no está limitada a esto.

[0063] El material de relleno endurecido 4 es al menos uno de, y preferiblemente una combinación de: un material flexible, un material elástico, un material con una dureza Shore A que es inferior a aproximadamente 50. Se han logrado buenos resultados usando un material que es flexible y resistente, y que tiene dureza shore A que es inferior a aproximadamente 50.

[0064] El material de relleno endurecido 4 puede tener una dureza Shore A dentro del intervalo de aproximadamente 5 a 40. En una realización adicional, el material de relleno endurecido puede tener una dureza Shore A dentro del intervalo de entre 10 y 30.

[0065] El material de relleno endurecido 4 se puede seleccionar del grupo que consta de: un polímero o material polimérico, caucho o material similar a caucho, una silicona, un material termoplástico y un gel endurecido.

[0066] En las secciones transversales de la figura 1 y las figuras 4A, 4B, el material de relleno endurecido 4 rodea completamente la fibra 3. Además, en esta sección transversal, la fibra 3 está situada sustancialmente centrada dentro de la envoltura protectora 5. Por ejemplo, la fibra 3 puede extenderse paralela a una línea central longitudinal de la envoltura protectora 5, por ejemplo coaxialmente a lo largo de esa línea central. Alternativamente, al menos parte de la fibra no se extenderá paralela a una línea central longitudinal de la envoltura 5. Por ejemplo, la fibra 3 puede extenderse con una o más curvaturas pequeñas o en forma de onda con respecto a una línea central longitudinal de la envoltura 5. La fibra 3 también se puede colocar de manera diferente dentro de la envoltura 5, como se mencionó anteriormente.

[0067] El material de relleno endurecido 4 puede llenar por completo el espacio entre la fibra 3 y una superficie interna del revestimiento 5, o solo parte de ese espacio, por ejemplo en secciones predeterminadas vistas en una dirección longitudinal del sensor 1. El espacio que se llena con el material de relleno endurecido 4 puede ser sustancialmente anular, visto en sección transversal (como en la figura 1), pero eso no es esencial.

[0068] Por ejemplo, un lado interior de la envoltura protectora 5 puede tener una sección transversal sustancialmente circular (como en la figura 1), u otra forma diferente.

[0069] La envoltura 5 puede estar hecha de, o puede constar sustancialmente de, al menos un metal o una aleación, por ejemplo acero, o uno o más materiales diferentes. Preferiblemente, la envoltura 5 como tal es flexible. La envoltura 5 como tal puede ser flexible, por ejemplo, de manera que pueda enrollarse sobre un diámetro de bobinado de 1 m o mayor, sin daño, quebrado o rotura de la misma.

[0070] De manera similar, la fibra 3 como tal puede ser flexible. La fibra 3 como tal puede ser flexible, por ejemplo, de modo que pueda enrollarse con un diámetro de bobinado de 1 m o más, sin daño, quebrado o rotura de ninguno de sus componentes 3a, 3b, 3c, 3d.

[0071] De manera similar, el material de relleno endurecido 4 como tal puede ser flexible. El material de relleno 4 como tal puede ser flexible, por ejemplo, de modo que pueda enrollarse sobre un diámetro de bobinado de 1 m o mayor, sin daño, quebrado o rotura de ese material 4.

[0072] Por tanto, en una realización adicional, también, el sensor de tensión 1 alargado resultante puede ser flexible, por ejemplo flexible, de modo que el sensor 1 pueda enrollarse sobre un diámetro de bobinado de 1 m o mayor, por ejemplo, un diámetro de bobinado de 0,5 m, sin daño, quebrado o rotura de ninguno de sus componentes 3, 4, 5.

[0073] En un ejemplo adicional, una distancia transversal máxima W entre un lado interior de la envoltura protectora y un lado externo de la fibra 3 es relativamente pequeña, por ejemplo, 500 µm, o por ejemplo 300 µm.

[0074] Además, en un ejemplo adicional, una distancia transversal máxima W entre un lado interior de la envoltura de protección y un lado externo de la fibra 3, puede estar dentro del intervalo de $40\ \mu\text{m}$ a $200\ \mu\text{m}$, por ejemplo dentro del intervalo de $50\ \mu\text{m}$ a $175\ \mu\text{m}$, particularmente un intervalo de aproximadamente $75\ \mu\text{m}$ a $150\ \mu\text{m}$.

5 **[0075]** En una realización adicional, una distancia transversal mínima W entre un lado interior de la envoltura de protección y un lado externo de la fibra 3 puede ser $0\ \mu\text{m}$, por ejemplo aproximadamente $10\ \mu\text{m}$, en particular, aproximadamente $20\ \mu\text{m}$.

10 **[0076]** En una realización adicional, una relación $W:D2$ entre una distancia transversal W entre un lado interior de la envoltura protectora y un lado externo de la fibra 3 por un lado y el diámetro exterior $D2$ de la fibra 3 por otro lado, puede ser aproximadamente 1:5 o inferior, por ejemplo 1:8 o menor, por ejemplo una relación dentro del intervalo de 1:5 a 1:1000, por ejemplo un intervalo de 1:8 a 1:20.

[0077] Además, de acuerdo con una realización, la envoltura protectora como tal puede tener un espesor de pared T que es menor de aproximadamente $0,5\ \mu\text{m}$, por ejemplo un espesor T dentro del intervalo de aproximadamente $0,1$ a $0,3\ \mu\text{m}$, siendo la envoltura 5 preferiblemente una envoltura flexible 5.

15 **[0078]** Se ha encontrado que el sensor de tensión resultante 1, que tiene una fibra 3 con un diámetro exterior relativamente grande y un material de relleno 4 para proporcionar un acoplamiento de tensión con la envoltura 4, puede hacerse relativamente largo (por ejemplo, tener una longitud de, al menos, $100\ \text{m}$, por ejemplo al menos $1\ \text{km}$), es duradero y también capaz de proporcionar resultados reproducibles de medición de tensión en procedimientos de medición conocidos *per se* (como detección de tensión utilizando dispersión de Brillouin).

20 **[0079]** Las figuras 2 y 3 muestran un ejemplo de un procedimiento y sistema para fabricar un sensor de tensión. El sensor puede ser un sensor de tensión 1 el anteriormente descrito. En el sensor de tensión 1 resultante, un diámetro exterior de la fibra 3 puede ser de, al menos $250\ \mu\text{m}$, el material 4 de relleno endurecido puede ser uno o más de entre un material flexible y/o elástico, y un material con una dureza Shore A que es inferior a aproximadamente 50.

25 **[0080]** El procedimiento de fabricación del sensor 1 incluye:

- proporcionar una fibra óptica 3, que incluye al menos un núcleo de fibra 3a y un revestimiento de fibra 3b;
- proporcionar una preforma 5a, por ejemplo una tira alargada, para formar una envoltura protectora tubular 5,
- suministrar la fibra óptica 3 a la preforma 5a antes y/o durante la formación de la envoltura tubular 5, para ser

30 contenida en la envoltura 5;

- proporcionar un material de relleno susceptible de endurecerse 4a entre la fibra 3 y un lado interior de la envoltura 5, y endurecer dicho material de relleno susceptible de endurecerse;

en el que el material de relleno endurecido 4 permite el acoplamiento de tensión entre la envoltura protectora 5 y la fibra 3, conectando mutuamente las superficies opuestas de la fibra y la envoltura. Particularmente, el

35 material de relleno endurecido 4 puede bloquear la fibra 3 en posición, permitiendo que se produzca la transferencia de tensión.

[0081] Para llevar a cabo este procedimiento, el sistema respectivo puede incluir: un suministrador de fibra 103 para proporcionar la fibra óptica 3, un suministrador de preforma 105 para suministrar la preforma 5a, y un suministrador de material de carga 104, 104' para suministrar el material de relleno. Además, el sistema puede

40 incluir una estructura de formación de envoltura 112 configurada para formar la envoltura 5 a partir de la respectiva preforma 5a. La configuración puede ser tal que durante el funcionamiento, la fibra óptica 3 se suministre a la preforma 5a antes y/o durante la formación de la envoltura tubular 5. Además, el sistema se puede configurar de manera que el material de relleno susceptible de endurecerse 4a sea suministrado a la preforma de envoltura 5a antes, durante y/o después de haber suministrado la fibra 3 a la preforma de envoltura 5a.

45 **[0082]** La fibra 3 como tal puede, por ejemplo ser una fibra 3 como se describió anteriormente en relación con la figura 1. El material de relleno susceptible de endurecerse puede ser el material susceptible de endurecerse como se ha descrito anteriormente en relación con la figura 1. La envoltura 5, a formar, puede ser una envoltura como se ha descrito anteriormente en relación a la figura 1.

50 **[0083]** El procedimiento puede ser un proceso continuo, en el que la formación de la envoltura tubular 5 y el suministro de la fibra óptica a la preforma 5a se lleven a cabo de manera continua.

[0084] Por ejemplo, el suministro de preforma 105 del sistema respectivo puede estar configurado para suministrar continuamente la preforma 5a a la estructura de formación de envoltura 112. En una realización no limitativa, para este fin, el suministro de preforma 105 puede incluir un portador giratorio 105, para transportar y desenrollar la preforma alargada 5a. Se pueden prever uno o más transportadores 111 opcionales (representados esquemáticamente mediante líneas discontinuas en la figura 3) para transferir la preforma 5a desde su suministro

55 105, en una dirección de transporte T , hasta la estructura de formación de envoltura 112, y por ejemplo para transferir una envoltura formada resultante en secciones/estaciones adicionales 113, 114, 101 del sistema. Alternativamente, el sistema puede configurarse para extraer la preforma 5a desde el suministro 105 hasta la estructura de formación envoltura y más allá de esa estructura (por ejemplo, a secciones/estaciones adicionales 113, 114, 101), por ejemplo utilizando medios de tracción, por ejemplo cabrestantes, cadenas de agarre sin fin o de manera diferente.

60 **[0085]** De forma similar, el suministro de fibra 103 del respectivo sistema puede configurarse para suministrar continuamente la fibra 3 a la preforma 5a y a la estructura de formación de envoltura 112. En una realización no limitativa, para este fin, el suministro de fibra 103 puede incluir un portador giratorio (no mostrado) para transportar y desenrollar la fibra 3. El sistema puede configurarse para extraer la fibra 3 desde el suministro 103 hasta la estructura de formación de envoltura y más allá de esa estructura (por ejemplo, a lo largo o a

secciones/estaciones adicionales 113, 114 , 101), por ejemplo utilizando medios de tracción, por ejemplo cabrestantes, cadenas de agarre sin fin o de manera diferente.

[0086] El sistema puede estar configurado para suministrar la preforma de envoltura 5a y la fibra de 3 a sustancialmente la misma velocidad a la estructura de formación de envoltura 112. En una realización alternativa, la preforma 5a y la fibra 3, pueden suministrarse a velocidades mutuamente diferentes a la estructura de formación de envoltura 112. Esto puede ser, por ejemplo, en el caso que el sistema incluya una estación de estirado de envoltura 115 (véase a continuación) que estira longitudinalmente la envoltura 5 aguas debajo de la estructura de formación de revestimiento 112. Entonces, la fibra 3 puede suministrarse a la estructura de formación de envoltura 112 a una velocidad que coincida con una velocidad de descarga de la envoltura estirada 5 (es decir, la velocidad de la envoltura aguas abajo respecto de la estación de tracción 115, cuya velocidad será mayor que la velocidad de la preforma 5a aguas arriba debido al proceso de estirado).

[0087] El material de relleno 4a susceptible de endurecerse se puede aplicar a preforma 5a de la envoltura antes de formar la envoltura, y/o durante la formación de la envoltura, y/o a la envoltura tubular después de formarse dicha envoltura. Las figuras 2 y 3 muestran esquemáticamente una primera estación de suministro de material de relleno 104 situada aguas arriba con respecto a la estructura de formación de envoltura 112, para la aplicación de material de relleno sobre la preforma 5a. La estación de suministro 104 se puede configurar de varias formas, por ejemplo incluyendo un dispositivo de recubrimiento, pulverizador o un medio diferente para proporcionar un suministro predeterminado de material susceptible de endurecerse 4a sobre la preforma 5a, preferiblemente de una manera continua durante la transferencia de la preforma 5a a lo largo de esa estación 104. Adicional o alternativamente, una estación de suministro 104' para suministrar el material de relleno susceptible de endurecerse puede integrarse con la estructura de formación de envoltura 112, como será apreciado por un experto en la materia.

[0088] La estructura de formación de envoltura 112, puede estar configurada para formar continuamente una envoltura tubular protectora 5 a partir de la preforma 5a, suministrada a la misma. Dicha estructura es conocida *per se*, como apreciará el experto en la materia, y puede configurarse, por ejemplo, para llevar a cabo un proceso de Fretz Moon para formar tubos soldados. Particularmente, la estructura de formación de envoltura 112 puede incluir rodillos de formación configurados para doblar la preforma 5a (por ejemplo, una tira de metal o acero) con lados longitudinales remetidos para formar un tubo.

[0089] La estructura de formación de envoltura 112 puede, por ejemplo estar configurada primero para deformar una preforma a modo de tira en una o más primeras etapas en una forma generalmente en U (vista en sección transversal), para recibir la fibra 3 y el material de relleno susceptible de endurecerse 4a. Entonces, la estructura de conformación de envoltura 112 puede configurarse para terminar de formar la envoltura (por ejemplo, doblando la forma en U en una forma tubular) en una o más segundas etapas, después de que la preforma en U intermedia haya recibido la fibra 3 y material de relleno susceptible de endurecerse 4a.

[0090] La envoltura tubular se puede sellar longitudinalmente, a lo largo de una línea de soldadura 7, usando un proceso de soldadura. Con este objetivo, el sistema puede incluir una o más estaciones de soldadura 113. Las figuras 2 3, muestran una estación de soldadura de este tipo separada de la estructura de formación de envoltura 112. Una estación de soldadura también puede integrarse a la estructura de formación de envoltura 112. Dichas estaciones de soldadura 113 pueden configurarse de varias maneras, por ejemplo incluyendo rodillos de soldadura o diferentes medios de soldadura, como resultará claro al experto en la técnica.

[0091] Además, durante el proceso de fabricación, la envoltura tubular 5 resultante puede sellarse herméticamente mediante el proceso de soldadura, por ejemplo usando una técnica de sellado láser. La costura de soldadura 7 resultante puede someterse a una prueba de hermeticidad, por ejemplo, mediante corrientes de Foucault.

[0092] Opcionalmente, al menos una sección de la envoltura tubular 5 puede deformarse (por ejemplo, aguas abajo de la estación de soldadura) después de haber recibido la fibra y antes del endurecimiento del material de relleno susceptible de endurecerse 4a en esa sección, por ejemplo en un proceso de estirado para alcanzar un diámetro final deseado, una longitud final, y/o una conversión en frío para aumentar la resistencia. La etapa de deformación de envoltura también puede conducir a la consecución de una distancia transversal W final relativamente pequeña deseada entre un lado interior de la envoltura protectora y un lado externo de la fibra 3.

[0093] La deformación de la envoltura puede, por ejemplo incluir reducir el tamaño lateral, en este ejemplo, el diámetro, de la envoltura tubular 5, y por ejemplo, estirando longitudinalmente la envoltura 5. Para este objetivo, el sistema puede incluir una o más estaciones de estirado de envoltura 114 (una representada esquemáticamente por líneas discontinuas), situada aguas abajo de la estructura de formación de envoltura 112. Dado que la envoltura tubular 5 se deforma antes de haber endurecido el material de relleno susceptible de endurecerse 4a de la sección respectiva de la envoltura, se puede reducir o evitar un esfuerzo excesivo local de la fibra 3 respectiva (también presente en la sección respectiva de la envoltura). En una realización, la estación de estirado 114 puede, por ejemplo estar configurada para reducir el diámetro externo inicial de la envoltura hasta un diámetro externo final deseado en al menos el 10%.

[0094] En una realización adicional, la deformación puede incluir la reducción del diámetro de la envoltura tubular 5, eliminando así cualquier vacío (normalmente lleno de aire) que pudiera estar presente en la envoltura 5. Por ejemplo, el proceso de fabricación puede ser tal que el espacio interior de la envoltura 5 puede no estar completamente llenado por la fibra 3 y el material de relleno 4, visto en sección transversal, después de haber abandonado la estructura de formación 112 (y la estación de soldadura 113). El espacio vacío (usualmente lleno de aire) que aún está presente en la envoltura 5, puede eliminarse por completo en la etapa de reducción de diámetro, de modo que la sección de diámetro reducido resultante de la envoltura solo se llene con fibra 3 y

material de relleno susceptible de endurecerse 4a. Durante la reducción del diámetro de la envoltura 5, el material de relleno sin endurecer 4a y la fibra 3 pueden reposicionarse localmente hacia o hacia una posición final en relación al lado interior de la envoltura.

[0095] El procedimiento también puede incluir enrollar al menos una sección de la envoltura tubular 5 formada, por ejemplo después de haber recibido la fibra óptica 3 y antes de que el material de relleno susceptible de endurecerse 4a se haya endurecido por completo. Con este objetivo, el sistema puede incluir una estación de bobinado 101 para recibir y enrollar el sensor de tensión resultante 1, preferiblemente de manera continua, por ejemplo sobre un soporte tal como un carrete de transporte.

[0096] Como se muestra esquemáticamente en la sección transversal longitudinal de la figura 4A, la fibra 3 puede extenderse sustancialmente paralela a una línea central de la envoltura tubular 5 después de haberse endurecido el material de relleno susceptible de endurecerse 4a.

[0097] Alternativamente, como se ha mostrado en la figura 4B, la fibra 3 puede tener alguna longitud de fibra en exceso con respecto de la longitud del envoltura tubular 5 después de haberse endurecido el material susceptible de endurecerse 4a, incluyendo una o más curvaturas, por ejemplo teniendo una forma de onda. Se ha encontrado que esto es particularmente ventajoso en el caso de que el material de relleno endurecido 4 sea relativamente blando y pueda actuar como un material de amortiguador.

[0098] Opcionalmente, durante la fabricación, la fibra 3 puede colocarse en la envoltura protectora con una o más curvaturas o en forma de onda, respecto de una línea central de la envoltura (tal como se muestra en la figura 4B). La fibra 3 puede permanecer en una forma tal durante y después del endurecimiento del material de relleno susceptible de endurecerse 4a. Alternativamente, la fibra 3 puede recolocarse con respecto a dicha forma antes del endurecimiento del material de relleno susceptible de endurecerse 4a, por ejemplo durante una etapa de deformación del tubo antes mencionada (por ejemplo, una de dichas etapas de estirado para reducir el diámetro del recubrimiento tubular 5 hasta un diámetro externo final deseado, y opcionalmente para reducir la distancia W entre la fibra y el revestimiento). En la condición de reposicionamiento, la fibra 3 puede extenderse paralela a una línea central del revestimiento, o la fibra puede tener uno o más curvaturas en menor medida o puede tener una forma ondulada en menor medida que una respectiva curvatura/forma de fibra en la condición inicial de la fibra.

Ejemplo

[0099] Un sensor de tensión que tiene la configuración mostrada en la figura 1 se preparó mediante el procedimiento descrito anteriormente. El sensor se probó en un experimento de dispersión de Brillouin. En el ejemplo particular, el sensor incluía una envoltura tubular flexible 5 hecha de acero inoxidable, soldada a lo largo de una línea de soldadura longitudinal, y que tenía un diámetro exterior de 1,42 mm y un diámetro interno de 1,12 mm.

[0100] El sensor probado incluía además una fibra óptica estándar primaria que tenía un núcleo, revestimiento y una capa protectora primaria 3c con un diámetro externo de 250 micrómetros, que se protegió con una capa protectora secundaria 3d hasta alcanzar un diámetro externo de 900 micrómetros. Ambas capas de protección 3c, 3d del sensor probado estaban hechas de acrilato. Se aplicó un material de relleno de gelatina de caucho de silicona susceptible de endurecerse de 2 componentes para llenar completamente el espacio entre la fibra sobre protegida resultante y el lado interior de la envoltura, y para conectar mecánicamente la fibra y la envoltura para permitir el acoplamiento de tensión entre ellas (después de endurecer el material de relleno).

[0101] El sensor resultante se sometió a cantidades predeterminadas de tensión, aplicada a la envoltura de acero inoxidable, usando un banco de prueba de tensión, y se midió la tensión usando dispersión de Brillouin. Se encontró que las mediciones de tensión por dispersión de Brillouin altamente reproducibles podían llevarse a cabo con el sensor probado. Se encontró una buena linealidad en la tensión medida y en la lectura de tensión de Brillouin. Además, se descubrió que la fibra 3 no experimentó ninguna tensión de bloqueo significativa (es decir, tensión que actúa sobre la fibra 3 cuando la envoltura 5 no experimenta ninguna tensión externa).

[0102] Por lo tanto, el sensor 1 resultante puede usarse como un sensor de tensión distribuido, con transferencia de tensión suficiente desde la envoltura tubular 5 a la fibra 3 y tensión limitada o sin bloqueo.

[0103] En la memoria descriptiva anterior, la invención se ha descrito con referencia a ejemplos específicos de realizaciones de la invención. Sin embargo, resultará evidente que pueden realizarse diversas modificaciones y cambios sin apartarse del alcance de la invención tal como se establece en las reivindicaciones adjuntas.

[0104] En las reivindicaciones, los signos de referencia colocados entre paréntesis no deben interpretarse como limitación de la reivindicación. La palabra 'que comprende' no excluye la presencia de otras características o etapas, luego de los enumerados en una reivindicación. Además, las palabras 'uno/una' no deben interpretarse como limitadas a 'solo una/uno', sino que se usan para significar 'al menos una/uno', y no excluyen una pluralidad. El mero hecho de que se enumeren ciertas medidas en reivindicaciones mutuamente diferentes no indica que una combinación de estas medidas no pueda utilizarse de manera ventajosa.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Sensor de tensión, incluyendo una envoltura protectora alargada (5) que rodea un espacio interior y una fibra óptica (3) que se extiende a través de la envoltura (5), incluyendo la fibra (3), al menos, un núcleo de fibra (3a), un revestimiento de fibra (3b) y un recubrimiento (3c), en el que un material de relleno endurecido llena (4), al menos parte, de un espacio entre la fibra (3) y la envoltura protectora (5), estando configurado el material de relleno endurecido (4) para permitir el acoplamiento de tensión entre la envoltura protectora (5) y la fibra (3), caracterizado porque un diámetro exterior de la fibra es de, al menos, 250 μm , una distancia transversal máxima (W) entre un lado interior de la envoltura de protección y un lado externo de la fibra (3) se encuentra dentro del intervalo de 40 μm a 200 μm y siendo el material de relleno endurecido uno o más de entre: un material flexible, un material elástico y un material que tiene una dureza Shore A que es inferior a 50, por ejemplo una dureza Shore A dentro del intervalo de 5 a 40, por ejemplo el intervalo de entre 10 y 30.
- 10 2. Sensor de tensión según la reivindicación 1, en el que al menos una sección de la envoltura tubular (1) es una sección bobinada de la envoltura tubular.
- 15 3. Sensor de tensión de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en el que la fibra (3) presenta un exceso de longitud de fibra con respecto a una longitud del envoltura tubular (5).
- 20 4. Sensor de tensión según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el diámetro exterior de la fibra es de, al menos, 300 μm , por ejemplo, al menos, 500 μm , particularmente, al menos, 750 μm , por ejemplo, aproximadamente 900 μm .
- 25 5. Sensor de tensión según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde la fibra (3) incluye, al menos, una capa protectora (3d) que se extiende alrededor del recubrimiento (3c), por ejemplo una capa protectora de material termoplástico o acrilato (3d), proporcionando la, al menos una, capa protectora dicho diámetro exterior de la fibra (3).
- 30 6. Sensor de tensión según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que una distancia transversal máxima (W) entre un lado interior de la envoltura de protección y un lado externo de la fibra (3) se encuentra dentro del intervalo de 50 μm a 175 μm .
- 35 7. Sensor de tensión según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que una distancia transversal máxima (W) entre un lado interior de la envoltura de protección y un lado externo de la fibra (3) se encuentra dentro del intervalo de 75 μm a 150 μm .
- 40 8. Sensor de tensión según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la envoltura de protección tiene un espesor de pared (T) que es menor que aproximadamente 0,5 μm , por ejemplo un espesor (T) comprendido dentro del intervalo de aproximadamente 0,1 a 0,3 μm , siendo la envoltura (5) preferiblemente una envoltura flexible (5).
- 45 9. Un procedimiento para fabricar el sensor de tensión (1) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, incluyendo dicho procedimiento:
 - proporcionar la fibra óptica, que incluya, al menos, el núcleo de fibra (3a), el revestimiento de fibra (3b) y el recubrimiento de fibra (3c);
 - proporcionar una preforma (5a), por ejemplo, una tira alargada, para formar la envoltura protectora tubular (5) del sensor de tensión (1),
 - suministrar la fibra óptica (3) a la preforma (5a) antes y/o durante la formación de la envoltura tubular (5), para encerrarla en dicha envoltura (5);
 50 - proporcionar entre la fibra (3) y un lado interior de la envoltura (5) un material de relleno susceptible de endurecerse (4a), y endurecer el material de relleno susceptible de endurecerse;
 en el que el material de relleno endurecido (4) permite el acoplamiento de tensión entre la envoltura de protección (5) y la fibra (3) conectando mutuamente las superficies opuestas de la fibra y de la envoltura,
 en el que la formación de la envoltura tubular (5) y el suministro de la fibra óptica a la preforma se llevan a cabo preferiblemente en un proceso continuo.
- 55 10. Un procedimiento según la reivindicación 9, en el que, al menos, una sección de la envoltura tubular se deforma después de haber recibido la fibra y antes del endurecimiento del material de relleno susceptible de endurecerse de esa sección.
- 60 11. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 9 o 10, que incluye arrollar, al menos, una sección del envoltura tubular formada (1).
- 65 12. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 11, en el que la sección de la envoltura tubular formada (1) es enrollada después de haber recibido la fibra óptica (3) y antes de haberse endurecido por completo el material de relleno susceptible de endurecerse (4a).

13. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en el que la fibra (3) se reposiciona en la envoltura protectora antes de endurecer el material susceptible de endurecerse.

5 14. Un procedimiento de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 9 a 13, en el que se proporciona un exceso de longitud de fibra en relación a una longitud de la envoltura.

15. Un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 10, en el que la sección de la envoltura tubular se deforma mediante un proceso de estiramiento para obtener un diámetro final y/o una longitud final deseados, y/o una conversión en frío para aumentar la resistencia.

10

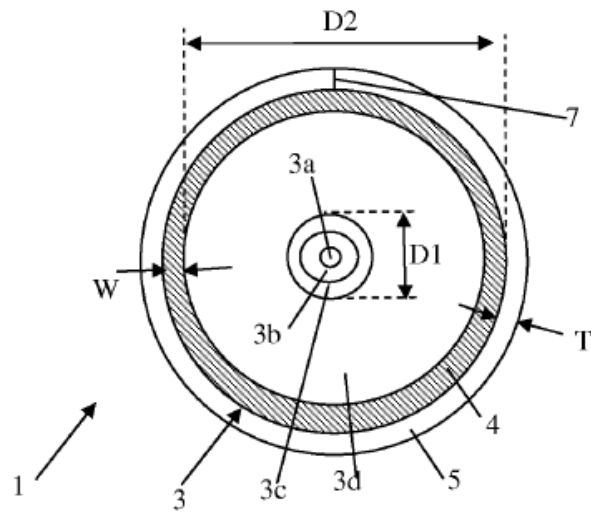


Fig. 1

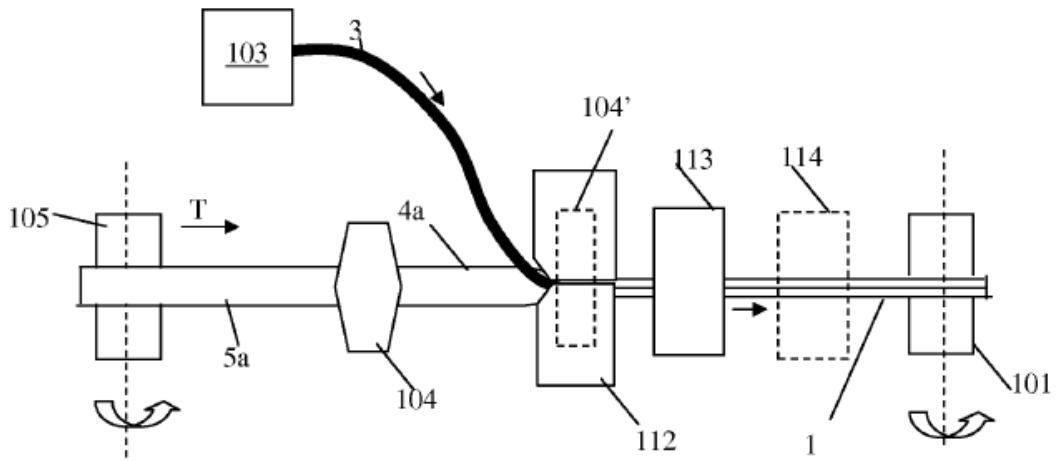


Fig.2

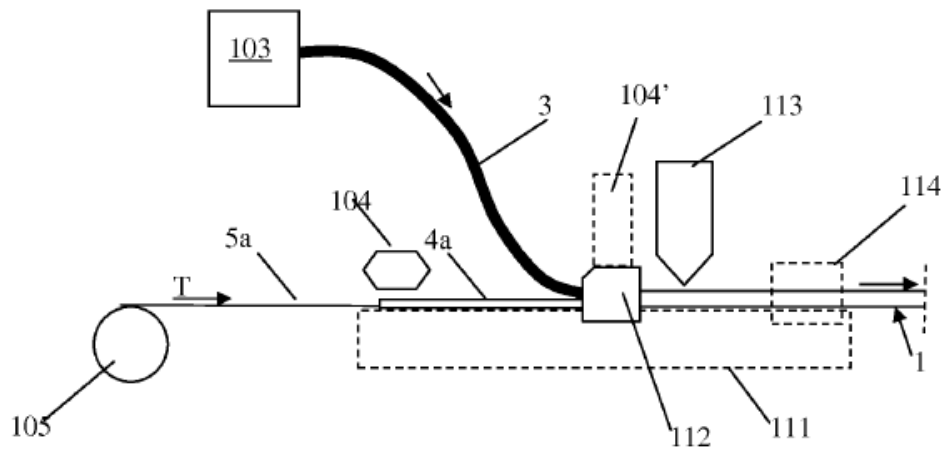


Fig.3

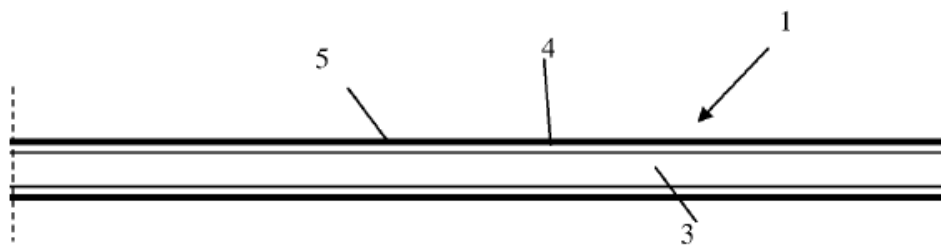


Fig.4A

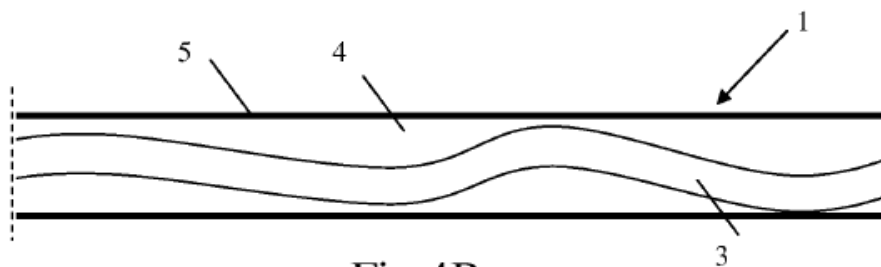


Fig.4B

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 La lista de referencias citada por el solicitante lo es solamente para utilidad del lector, no formando parte de los documentos de patente europeos. Aún cuando las referencias han sido cuidadosamente recopiladas, no pueden excluirse errores u omisiones y la OEP rechaza toda responsabilidad a este respecto.

Documentos de patente citados en la descripción

- WO 2004066000 A [0004]
- US 20080273852 A [0005]
- DE 102009024885 [0006]
- WO 2009022095 A [0007]

10