

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 627 070**

51 Int. Cl.:

G02B 6/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **23.10.2013** E 13189815 (7)

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **08.03.2017** EP 2725399

54 Título: **Cable de fibra óptica**

30 Prioridad:

23.10.2012 NL 2009684

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

26.07.2017

73 Titular/es:

DRAKA COMTEQ B.V. (100.0%)

De Boelelaan 7

1083 HJ Amsterdam, NL

72 Inventor/es:

HENNINK, JAN;

BONICEL, JEAN-PIERRE y

BINDELS, PASCAL MARIA WILLEM

74 Agente/Representante:

ARPE FERNÁNDEZ, Manuel

ES 2 627 070 T3

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

DESCRIPCIÓN

Cable de fibra óptica

5 **[0001]** La presente invención se refiere a un cable de fibra óptica.

Antecedentes de la invención

10 **[0002]** Los cables de fibra óptica se utilizan para transmitir información, incluyendo señales telefónicas, señales de televisión, señales de datos, y para la comunicación por Internet. Para preservar la integridad de la señal transportada por los cables de fibra óptica, ciertos factores de diseño requieren ser considerados.

15 **[0003]** Un diseño típico de cable con un alto número de fibras incluye una funda de cable exterior, dentro de la cual están dispuestos múltiples tubos sueltos en capas alrededor de un elemento de refuerzo central. Por ejemplo, una funda de cable externa típica puede incluir dieciocho tubos sueltos (una capa de seis tubos y una capa de doce tubos) hasta treinta y seis tubos sueltos (con una capa adicional de dieciocho tubos) en la misma. Dentro de cada tubo suelto están dispuestas típicamente doce fibras ópticas sueltamente. Los cables de fibra óptica de tubo suelto se refieren a una disposición en la que múltiples fibras ópticas individuales dentro de los tubos sueltos están sustancialmente sin unión con los tubos. Una disposición de este tipo empaqueta eficazmente un gran número de

20 **[0004]** La patente US N° 7.382.955, se refiere a un cable de fibra óptica que tiene una pluralidad de tubos sueltos, cada uno de los cuales contiene al menos una fibra óptica. Los tubos se disponen en al menos dos capas, cada una de las cuales está girada en la misma dirección helicoidal única y donde cada una de las, al menos, dos capas están dispuestas teniendo sustancialmente la misma longitud de tendido. Una funda envuelve los tubos sueltos, de tal manera que un usuario, que desee acceder a cualquiera de las fibras ópticas de uno de los tubos sueltos, puede

25 abrir la funda, destorcer las, al menos, dos capas, acceder a un tubo suelto deseado y la fibra que lo acompaña y realizar una acción de empalme deseada.

[0005] La patente US N° 5.343.549, se refiere a un cable de fibra óptica que comprende un elemento de refuerzo central cubierto por un material plástico ignífugo. Alrededor del miembro central hay al menos una capa de tubos de protección cada una de las cuales contiene una pluralidad de guías de ondas de luz y un compuesto de relleno. La

30 funda externa del cable está hecha de un plástico ignífugo. Las dos capas de tubos de protección están trenzadas con oscilación inversa alrededor del miembro central revestido.

[0006] La patente US N° 6.859.592 se refiere a un cable de fibra óptica, que comprende:
Fibras ópticas dispuestas en tubos de protección, definiendo dichos tubos de protección al menos dos capas generalmente trenzadas alrededor de una zona central del cable; estando dichas capas de tubo de protección definiendo una capa relativamente interior de tubos de protección que están más cerca de dicha zona central y estando una capa externa de protección relativamente más alejada de dicha zona central, comprendiendo cada una dichas capas de tubo de protección interna y externa un respectivo paso de hélice, siendo los pasos de hélice sustancialmente iguales.

35

[0007] El documento US 2003/118299, se refiere a fibras ópticas dispuestas en tubos de protección, definiendo dichos tubos de protección, al menos, dos capas generalmente trenzadas alrededor de un área central del cable; definiendo dichas capas de tubos de protección una capa relativamente interior de tubos de protección que están más cerca de dicha zona central y una capa externa de tubos de protección relativamente más alejada de dicha zona central, comprendiendo cada una dichas capas de tubos de protección interna y externa un respectivo paso de hélice, siendo los valores de hélice sustancialmente iguales. Se pueden disponer cintas hinchables en agua

40

45 adyacentes a los tubos de protección.

[0008] La Patente US N° 5.930.431 se refiere a un cable de fibra óptica que comprende:
Un núcleo de cable con al menos una fibra óptica; una capa de cinta que rodea a dicho núcleo de cable, comprendiendo dicha capa de cinta una costura; un protector de costura colocado adyacente a dicha costura; una funda rodeando dicho protector de costura; comprendiendo dicho protector de costura un sustrato operativo para impedir el cierre del cable, y un elemento de estanqueidad unido a dicho sustrato, operando dicho elemento de estanqueidad para inhibir la migración de humedad dentro de dicho núcleo de cable, sirviendo dicho protector de costuras para realizar dualmente funciones de inhibición de cierre y de entrada de humedad dentro de dicho núcleo de cable. El núcleo de cable incluye un miembro central dieléctrico rodeado por un primer conjunto de tubos de protección, cuyos tubos de protección están, a su vez, rodeados por una cinta de estanqueidad.

50

[0009] La patente US N° 6.236.789, se refiere a un cable que incluye un elemento de refuerzo central, rodeado por un revestimiento aislante de plástico. Tubos de protección de plástico, cada uno de los cuales contiene fibras ópticas de manera suelta, están trenzados longitudinalmente a lo largo de la longitud del elemento de refuerzo. Un material de relleno fluido, tal como un compuesto de estanqueidad, material de relleno de tubos de protección, aceite o gel, llena los espacios dentro de los tubos de protección que no están ocupados por las fibras. Uno o más hilos hinchables de estanqueidad están dispuestos longitudinalmente a lo largo del elemento de refuerzo central en los intersticios entre los tubos de protección trenzados y el elemento de refuerzo. Los tubos de protección están encerrados por una funda de plástico interior y unidades de conductores eléctricos que comprenden conductores eléctricos en relación lado a lado, están dispuestas alrededor y a lo largo de la extensión longitudinal de la funda de plástico interior y estando rodeado cada uno de los conductores por aislamiento y el estando provisto el cable de una

55

60

65 cubierta externa.

Sumario de la invención

- [0010]** La presente invención se refiere a un cable de fibra óptica que comprende desde el centro hacia la periferia:
 un miembro de refuerzo central,
 5 una primera capa de tubos de protección sueltos trenzados alrededor de dicho elemento de refuerzo central, al menos uno de cuyos tubos de protección sueltos de dicha primera capa contiene, al menos, una guía de ondas de luz,
 una capa intermedia,
 una segunda capa de tubos de protección sueltos trenzados alrededor de dicha capa intermedia, al menos uno de
 10 cuyos tubos de protección sueltos de dicha segunda capa contiene, al menos, una guía de ondas luminosas y una funda que rodea a dicha segunda capa de tubos de protección sueltos, en el que dicha capa intermedia está formada de un material que tiene un alto coeficiente de fricción.
- [0011]** En una realización, el material que forma dicha capa intermedia tiene un coeficiente de fricción $> 0,4$, medido según el método de ensayo ISO 8295-1995.
- 15 **[0012]** En otra realización, el espesor de la capa intermedia se encuentra en el intervalo de entre 0,3 y 0,5 milímetros (mm).
- [0013]** En otra realización más, la primera capa de tubos de protección sueltos está trenzada en S-Z, alrededor del elemento de refuerzo central.
- 20 **[0014]** En otra realización más, la segunda capa de tubos de protección sueltos está trenzada en S-Z, alrededor de la capa intermedia. Aún en otra realización, la capa intermedia está presente en forma de un aglutinante, una cinta o una capa extruida de dicho material para formar la capa intermedia.
- [0015]** En otra realización más, el material que forma dicha capa intermedia se selecciona del grupo de material termoplástico o un material de caucho termoplástico
- 25 **[0016]** En otra realización más, el material que forma dicha capa intermedia es un material de caucho termoplástico.
- [0017]** En otra realización más, el elemento de refuerzo central (también denominado miembro de refuerzo central) está formado de un material plástico reforzado con fibra. En otra realización más, uno o más hilos hinchables de estanqueidad están presentes alrededor de dicho elemento de refuerzo central, por ejemplo por medio de trenzado o enrollamiento y/o paralelos al eje longitudinal del miembro de refuerzo central.
- 30 **[0018]** En otra realización más, al menos el 90% (preferiblemente todos) de dichos tubos de protección sueltos de dicha primera y/o segunda capa, preferiblemente de dichas capas primera y segunda, contienen al menos una guía de ondas de luz.
- [0019]** En aún otra realización, al menos el 90% (preferiblemente todos) de dichos tubos de protección sueltos de dichas capas primera y segunda contienen al menos una guía de ondas de luz. En otras palabras, al menos el 90% de todos los tubos de protección sueltos presentes dentro del cable de fibra óptica de la presente invención
 35 contienen, al menos, una guía de ondas de luz (por ejemplo, al menos una fibra óptica).
- [0020]** En otra realización más, uno o más cordones de rasgado están presentes entre dicha primera capa de tubos de protección sueltos y dicha capa intermedia.
- 40 **[0021]** En otra realización más, están presentes uno o más cordones de rasgado entre dicha segunda capa de tubos de protección sueltos y dicha funda. En otra realización más, el diámetro exterior de dichos tubos de protección sueltos de dicha primera capa es $< 1,9$ mm (menor de 1,9 milímetros).
- [0022]** En otra realización más, el diámetro exterior de dichos tubos de protección sueltos de dicha segunda capa es $< 1,9$ mm (menor de 1,9 milímetros).
- 45 **[0023]** En otra realización más, el diámetro exterior de dichos tubos de protección sueltos de dichas primera y segunda capas es $< 1,9$ mm (menor de 1,9 milímetros).
- [0024]** En aún otra realización, el diámetro exterior de dichos tubos de protección sueltos de dicha primera capa es $< 1,7$ mm (menor de 1,7 milímetros).
- [0025]** En otra realización más, el diámetro exterior de dichos tubos de protección sueltos de dicha segunda capa es $< 1,7$ mm (menor de 1,7 milímetros).
- 50 **[0026]** En otra realización más, el diámetro exterior de dichos tubos de protección sueltos de dichas primera y segunda capas es $< 1,7$ mm (menor de 1,7 milímetros).
- [0027]** En otra realización más, el diámetro exterior de dichos tubos de protección sueltos de dicha primera capa es $< 1,6$ mm (menor de 1,6 milímetros).
- [0028]** En otra realización más, el diámetro exterior de dichos tubos de protección sueltos de dicha segunda capa es $< 1,6$ mm (menor de 1,6 milímetros).
- 55 **[0029]** En otra realización más, el diámetro exterior de dichos tubos de protección sueltos de dichas primera y segunda capas es $< 1,6$ mm (menor de 1,6 milímetros).
- [0030]** En aún otra realización, el espesor de pared de dichos tubos de protección sueltos de dicha primera capa se encuentra en el intervalo de 0,2 a 0,5 mm (entre 0,2 y 0,5 milímetros).
- 60 **[0031]** En aún otra realización, el espesor de pared de dichos tubos de protección sueltos de dicha segunda capa se encuentran en el intervalo de 0,2 a 0,5 mm (entre 0,2 y 0,5 milímetros).
- [0032]** En otra realización más, el espesor de pared de dichos tubos de protección sueltos de dichas primera y segunda capas se encuentra en el intervalo de 0,2 a 0,5 mm (entre 0,2 y 0,5 milímetros).
- [0033]** En otra realización más, el espesor de pared de dichos tubos de protección sueltos de dicha primera capa se encuentra en el intervalo de 0,2 a 0,4 mm (entre 0,2 y 0,4 milímetros), preferiblemente en el intervalo de 0,2 a 0,25
 65 mm, siendo más preferiblemente de 0,225 mm.

[0034] En otra realización más, el espesor de pared de dichos tubos de protección sueltos de dicha segunda capa se encuentran en el intervalo de 0,2 a 0,4 mm (entre 0,2 y 0,4 milímetros), preferiblemente en el intervalo de 0,2 a 0,25 mm, siendo más preferiblemente 0,225 mm.

5 **[0035]** En otra realización más, el espesor de pared de dichos tubos de protección sueltos de dichas primera y segunda capas se encuentra en el intervalo de 0,2 a 0,4 mm (entre 0,2 y 0,4 milímetros), preferiblemente en el intervalo de 0,2 a 0,25 mm, siendo más preferiblemente 0,225 mm.

[0036] En otra realización más, cada tubo de protección suelto de dicha primera capa contiene al menos diez fibras ópticas.

10 **[0037]** En aún otra realización, cada tubo de protección suelto de dicha segunda capa contiene al menos diez fibras ópticas.

[0038] En aún otra realización, cada tubo de protección suelto de dicha de dichas primera y segunda capas contiene al menos diez fibras ópticas.

[0039] En otra realización más, dichas fibras ópticas son fibras ópticas de modo único insensibles a curvatura (BI-SMF).

15 **[0040]** En otra realización más, el presente cable de fibra óptica no comprende partes metálicas.

[0041] En otra realización más, el diámetro exterior de dicho cable de fibra óptica se encuentra en el intervalo de 8 a 12 mm (entre 8 y 12 milímetros).

[0042] En otra realización más, el diámetro exterior de dicho cable de fibra óptica se encuentra en el intervalo de 9 a 11 mm (entre 9 y 12 milímetros).

20 **[0043]** En otra realización más, el número de tubos de protección sueltos en la primera capa de tubos de protección sueltos se encuentra entre 6 y 10 (en otras palabras, el número es 6, 7, 8, 9 ó 10).

[0044] En otra realización más, el número de tubos de protección sueltos en la segunda capa de tubos de protección sueltos se encuentra entre 12 y 20 (en otras palabras, el número es 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, o 20).

[0045] En otra realización más, dichas fibras ópticas están recubiertas con una resina curable mediante UV.

25 **[0046]** En otra realización más, dichas fibras ópticas recubiertas con una resina curable mediante UV (fibras ópticas recubiertas) tienen un diámetro exterior de 250 +/- 15 micrómetros (entre 235 y 265 micrómetros) o 200 +/- 10 micrómetros (entre 190 y 210 micrómetros).

[0047] Uno o más de los objetivos de la invención se consiguen mediante una o más de las realizaciones anteriores. Debe observarse que las realizaciones citadas anteriormente también se pueden usar en combinación mutua para crear otras realizaciones, todas dentro del alcance de la presente invención.

30

Descripción detallada

35 **[0048]** Los términos tubo de protección suelto o tubo de protección o tubo suelto se usan en esta solicitud de patente para describir una parte de cable (fibra óptica). Los términos tubo de protección suelto o tubo de protección o tubo suelto se utilizan en la presente solicitud como equivalentes. Un tubo de protección suelto es un tubo extruido de un material termoplástico. Se pretende que un tubo de protección suelto contenga una o más fibras ópticas, típicamente doce fibras ópticas. En un tubo de protección suelto, la(s) fibra(s) óptica (s) está(n) generalmente dispuesta(s) de manera holgada dentro de dicho tubo. En otras palabras, las fibras ópticas no están trenzadas dentro de dicho tubo.

40 **[0049]** Ejemplos de materiales termoplásticos que son particularmente adecuados para tubos de protección sueltos son poliolefinas (PO), poli (tereftalato de butileno) (PBT) o poliamida (PA). Preferiblemente, se utiliza PBT. El PBT es un material semi-cristalino que es especialmente adecuado para la construcción de tubos de protección sueltos. Combina suficiente resistencia y flexibilidad que se requieren para estos tubos de protección sueltos. Los tubos de protección sueltos se pueden construir con una sola capa o con una construcción de doble capa. Los tubos de protección sueltos se fabrican generalmente a partir de materiales que tienen un coeficiente de fricción bajo. Tal coeficiente de fricción bajo permite que las fibras ópticas se muevan libremente dentro del tubos de protección sueltos. Además, dicho coeficiente de fricción bajo permite que dos tubos de protección sueltos adyacentes se muevan ligeramente uno con respecto al otro sin fricción que limite dicho movimiento; Esto permite que el cable de fibra óptica en el que están presentes estos tubos de protección sueltos se curve. Todas las realizaciones posibles descritas anteriormente para tubos de protección sueltos pueden ser combinadas.

45 **[0050]** El término fibra óptica se utiliza en esta solicitud de patente para describir una fibra óptica que tiene un núcleo conductor de luz y un revestimiento de vidrio. Dicho núcleo y revestimiento están rodeados por un recubrimiento protector (preferiblemente en una capa única o doble). Preferiblemente, dicho recubrimiento es de una resina curable mediante UV. Una o más de las capas de revestimiento pueden colorearse para aumentar la facilidad de identificación. Opcionalmente, las fibras ópticas pueden estar provistas de una capa de tinta coloreada adicional en la circunferencia exterior (es decir, rodeando dichas capas de recubrimiento).

50 **[0051]** El término "entre" cuando se citan intervalos se utiliza en esta solicitud de patente para incluir también ambos puntos extremos del intervalo tal como se citan.

55 **[0052]** El término "material plástico reforzado con fibra" (también polímero reforzado con fibra o FRP) se usa en la presente solicitud para describir un material compuesto hecho de una matriz de polímero que está reforzada con fibras. Las fibras son usualmente de vidrio, carbono o aramida, aunque se pueden utilizar otras fibras. El polímero es usualmente un plástico termoendurecible de epoxi, viniléster o poliéster y las resinas de fenol-formaldehído son todavía utilizadas. En la presente invención, el material de FRP se utiliza para construir o formar el elemento de refuerzo central. Preferiblemente, se utiliza un miembro de refuerzo central preparado a partir de una resina de poliéster que comprende 80% en peso o más de fibras de vidrio.

60

65

[0053] El término material termoplástico se utiliza en la presente solicitud para describir un material que se vuelve maleable o moldeable por encima de una temperatura específica y vuelve a un estado sólido tras el enfriamiento. Estos materiales también se conocen como plásticos susceptibles de reblandecerse térmicamente. Los mismos son generalmente materiales poliméricos.

[0054] El término material de caucho termoplástico se utiliza en la presente solicitud para describir un elastómero termoplástico (TPE) que es una clase de co-polímeros o una mezcla física de polímeros (usualmente un plástico y un caucho) que consisten en materiales tanto con propiedades termoplásticas y elastómeras.

[0055] El término trenzado en S-Z, se utiliza en la presente solicitud para describir el trenzado oscilante inverso de los tubos de protección. El trenzado en S-Z y trenzado con oscilación inversa son bien conocidos por el experto en la materia.

[0056] Los cables convencionales en S-Z de doble capa están contruidos de dos capas separadas de tubos de protección sueltos que están trenzados alrededor de un elemento central. Una primera capa de tubos de protección sueltos se trenza en S-Z y encima de esto una segunda capa de tubos de protección sueltos se trenza en S-Z.

[0057] Estos cables convencionales en S-Z utilizan tubos de protección sueltos de paredes gruesas. La razón de esto es que los tubos deben ser suficientemente fuertes para evitar su deformación causada por las fuerzas que actúan sobre los tubos durante la fabricación o la instalación del cable. Las capas de los tubos de protección sueltos trenzados se mantienen en posición (es decir, los tubos de protección sueltos se mantienen juntos), utilizando una o más sujeciones (por ejemplo, hilos) que se envuelven alrededor de las capas de tubos de protección flojos trenzados. Estas sujeciones se aplican con una alta tensión para evitar la rotación o el desplazamiento de los tubos de protección durante la fabricación o la instalación del cable.

[0058] Para soportar las fuerzas para mantener juntas las capas, estos tubos son también lo suficientemente fuertes como para resistir las presiones locales en los puntos en que los tubos de protección de las diferentes capas se cruzan entre sí. Con el fin de resistir las fuerzas aplicadas por las sujeciones con el fin de mantener los tubos de protección sueltos juntos en las capas, se requiere un cierto espesor de pared de los tubos de protección sueltos. Estos tubos de protección sueltos de paredes gruesas son entonces también lo suficientemente fuertes como para soportar cualquier presión local que se produzca en los puntos en los que los tubos de protección sueltos de las diferentes capas se cruzan entre sí.

[0059] Sin desear permanecer ligados a una teoría particular, se observa lo siguiente. En los puntos de inversión del trenzado en S-Z (el punto en el que la capa de tubos está trenzada de la derecha a la izquierda o viceversa), los tubos pueden girar como consecuencia de las contracciones después de la extrusión o como consecuencia de fuerzas externas tales como la curvatura del cable. Generalmente, esto se evita enrollando ataduras fuertemente alrededor de una capa de tubos. Sin embargo, si la segunda capa de tubos está unida por medio de una atadura fuertemente sobre la primera capa de tubos, fuerzas mayores ocurren en los puntos donde los tubos de las dos capas se cruzan entre sí. Se requieren tubos de paredes gruesas para poder soportar estas fuerzas elevadas.

[0060] Cuando se utilizan tubos de protección sueltos que tienen espesores de pared pequeños reducidos y por lo tanto diámetros exteriores pequeños en cables de fibra óptica con el fin de reducir el diámetro exterior del cable de fibra óptica, la resistencia de estos tubos de protección sueltos es generalmente insuficiente para soportar las fuerzas que son aplicados sobre el cable de fibra óptica durante su fabricación o instalación o cuando dicho cable de fibra óptica está expuesto a diferencias de temperatura durante su funcionamiento. Los tubos de protección sueltos que están presentes en la construcción trenzada de doble capa pueden desplazarse relativamente entre sí y con respecto de la funda exterior o del elemento de refuerzo central o pueden rotar y retorcerse. Dicho movimiento provocará tensiones en las fibras ópticas que están presentes dentro de estos tubos de protección sueltos. Dichas tensiones sobre las fibras ópticas pueden conducir a una atenuación aumentada, lo cual es indeseable.

[0061] Los presentes inventores han encontrado que en un cable óptico de doble capa tipo trenzado en S-Z (es decir, un cable de fibra óptica que tiene dos capas separadas de tubos de protección sueltos trenzadas), la segunda capa o capa más externa de tubos de protección sueltos trenzados es a menudo no estable (es decir, tiene libertad de posición o movimiento) sobre la primera capa (más interior) de tubos de protección sueltos trenzados. En otras palabras, los tubos de protección sueltos que están presentes en la segunda capa pueden girar en los puntos de inversión del trenzado en S-Z cuando el cable de fibra óptica es sometido a ciclos térmicos (por ejemplo, durante el funcionamiento) y, por consiguiente, las fibras ópticas que están presentes dentro de esta segunda capa de tubos de protección sueltos puede experimentar más tensión y, en consecuencia, puede aumentar la atenuación de las fibras ópticas, lo cual es indeseable.

[0062] Por consiguiente, existe la necesidad de producir un cable de fibra óptica de tubos de protección de capa doble, de gran capacidad (es decir, con un gran número de fibras ópticas), que tenga un pequeño diámetro exterior y cuyo cable no sufra las desventajas descritas anteriormente.

[0063] La presente invención proporciona un cable de fibra óptica que comprende desde el centro hacia la periferia: un miembro de refuerzo central, una primera capa de tubos de protección sueltos trenzados alrededor de dicho elemento de refuerzo central, al menos uno de dichos tubos de protección sueltos de dicha primera capa que contiene al menos una guía de ondas de luz,

una capa intermedia, una segunda capa de tubos de protección sueltos trenzados alrededor de dicha capa intermedia, al menos uno de dichos tubos de protección sueltos de dicha segunda capa que contiene al menos una guía de ondas luminosas y una funda (también llamada cubierta externa) que rodea a dicha segunda capa de tubos de protección sueltos, en la que dicha capa intermedia está formada a base de un material que tiene un alto coeficiente de fricción.

[0064] La capa intermedia se coloca entre dos capas sucesivas de tubos de protección sueltos.

[0065] El cable de fibra óptica de la presente invención que está provisto de una capa intermedia con un alto coeficiente de fricción permite lograr uno o más de los objetos antes mencionados.

[0066] Los inventores, sin desear estar limitados por una teoría, suponen que debido al alto coeficiente de fricción de la capa intermedia, los tubos de protección sueltos de la segunda capa (que están en contacto con la capa intermedia de alta fricción) se mantienen en posición (son capaces de mantener su posición espacial) mejor que en una construcción de cable de fibra óptica de la técnica anterior en la que esta capa intermedia no está presente. En otras palabras, la capa intermedia con alta fricción evita el movimiento relativo de los tubos de protección sueltos presentes en la segunda capa y de la segunda capa completa con respecto a la primera capa. Este movimiento reducido también reducirá la cantidad de rotaciones o retorcidos y, por lo tanto, asegurar que un aumento en la atenuación se impide parcialmente. Además, en una construcción de cable de fibra óptica con una capa intermedia con un coeficiente de fricción bajo, es decir, un coeficiente de fricción inferior a 0,4 según se mide mediante el método de ensayo de ISO 8295-1995, los tubos de protección se deformarán durante la instalación o después de la instalación debido a cambios de temperatura. Siguiendo a la deformación de los tubos de protección, las fibras ópticas serán pellizcadas dando como resultado altas pérdidas de atenuación, lo cual es altamente indeseable.

[0067] Esta prevención del movimiento provocada por la capa intermedia de la presente invención es particularmente cierta en los puntos de inversión del trenzado en S-Z, donde los tubos de protección sueltos pueden girar más fácilmente en comparación con otros puntos de los tubos de protección sueltos trenzados.

[0068] En una realización, el cable de fibra óptica de acuerdo con la presente invención puede comprender 288 fibras (por ejemplo, 24 tubos de protección sueltos cada uno de los cuales tiene 12 fibras ópticas). Sin embargo, cualquier otro número de fibras es posible con la presente invención.

[0069] Un inconveniente que los presentes inventores han descubierto en el diseño de cable de fibra óptica de la técnica anterior es el siguiente. En un diseño en el que la segunda capa de tubos de protección es directamente trenzada sobre la primera capa de tubos de protección sueltos, los tubos de protección sueltos en la segunda giran en el punto de inversión del trenzado en S-Z, cuando los tubos de protección sueltos se contraen longitudinalmente, por ejemplo debido a variaciones de temperatura.

[0070] Otro inconveniente que los presentes inventores han descubierto en el diseño de cable de fibra óptica de la técnica anterior es el siguiente. En el caso de un diseño de cable de fibra óptica con pequeño diámetro exterior en el que la segunda capa de tubos de protección está directamente trenzada sobre la primera capa de tubos de protección con sujeciones que rodean la segunda capa de tubos de protección para evitar la rotación de los tubos de protección en los puntos de inversión, la fuerza de atado de las sujeciones necesarias para evitar el movimiento o la rotación de los tubos de protección es demasiado alta haciendo que los tubos de protección se deformen debido a las presiones locales en los puntos donde los tubos de protección de las diferentes capas se cruzan entre sí. En otras palabras, las sujeciones tienen un efecto negativo localmente sobre los tubos de protección sueltos.

[0071] La presente invención ha resuelto este problema de acuerdo con la técnica anterior mediante la introducción de una capa intermedia que tiene un alto coeficiente de fricción, entre la primera capa de tubos de protección y la segunda capa de tubos de protección. Una función de la capa intermedia de acuerdo con la presente invención es evitar el movimiento y la rotación de la segunda capa de tubos de protección sobre la primera capa de tubos de protección.

[0072] Preferentemente, la capa intermedia está hecha de una sujeción, cinta o una capa extruida. Más preferiblemente, la capa intermedia es una capa extruida. La capa intermedia puede estar formada a base de un material termoplástico o material de caucho termoplástico con alto coeficiente de fricción. Preferiblemente, se utiliza un material de caucho termoplástico.

[0073] En una realización, la capa intermedia es una capa fina. Con capa fina se quiere decir preferentemente que tiene un espesor de pared que oscila entre 0,3 y 0,5 mm. En otras palabras, el espesor (espesor radial o grosor de pared) de la capa intermedia está comprendido entre 0,3 y 0,5 milímetros. Cuando se utiliza una cinta como capa intermedia, los presentes inventores encontraron que la resistencia de una cinta con un espesor de capa inferior a 0,3 mm es insuficiente, con lo que dicha capa de cinta no puede aplicarse con suficiente fuerza de arrollamiento alrededor de la primera capa de tubos de protección. En otra realización, cuando se aplica una capa intermedia mediante extrusión, es necesario que la capa intermedia aplicada por extrusión esté exenta de agujeros y huecos. Por lo tanto, el espesor de pared de la capa intermedia oscila entre 0,3 y 0,5 mm.

[0074] En una realización, la capa intermedia tiene un coeficiente de fricción que es superior a 0,4 según es medido conforme al método de ensayo de ISO 8295-1995. La muestra de ensayo se acondicionó durante 16 horas a una temperatura de 23° C a una humedad relativa del 50%. La velocidad de la muestra de ensayo durante el ensayo fue de 100 mm/min., ± 10 mm / min.

[0075] Como ejemplo de material utilizable para la presente capa intermedia puede mencionarse una capa extruida de un material termoplástico tal como Hytrel®. Otros ejemplos son composiciones que comprenden caucho EPDM (caucho de etileno propileno dieno (clase M)), tal como Santoprene®. Se puede usar otro material termoplástico que proporcione un alto coeficiente de fricción.

[0076] En una realización de la presente invención, la primera capa de tubos de protección sueltos está trenzada en S-Z alrededor del miembro de refuerzo central. En otra realización, la segunda capa de tubos de protección sueltos está trenzada en S-Z alrededor de la primera capa de tubos de protección. Aun en otra realización, ambas capas están trenzadas en S-Z. El trenzado en S-Z permite una fácil extracción de los tubos de protección de los cables en los puntos de inversión.

[0077] Preferentemente, tanto la superficie exterior de dicha capa intermedia en contacto con los tubos de protección sueltos de la segunda capa como también la superficie interior de dicha capa intermedia en contacto con los tubos de protección sueltos de la primera capa tienen una alta fricción. Esto puede conseguirse, por ejemplo,

cuando la capa intermedia está completamente hecha a base de dicho material con alto coeficiente de fricción. Todas las realizaciones descritas anteriormente respecto de la capa intermedia se aplican a la superficie interior o exterior o a ambas superficies de dicha capa intermedia.

5 **[0078]** Los tubos de protección sueltos utilizados en la presente invención pueden contener además un compuesto de gel higroscópico dentro de la cavidad central que está formada por la pared de los tubos de protección sueltos. En caso de estar presente un compuesto de gel, la o las fibras ópticas que se pueden disponer en el gel, desplazándose libremente en el gel. Dicho compuesto de gel es preferiblemente un compuesto de gel no tóxico y dermatológicamente seguro.

10 **[0079]** El elemento de refuerzo central utilizado en la presente invención consiste preferiblemente en un material plástico reforzado con fibra. Materiales plásticos reforzados con fibras adecuados y la forma de preparar tales elementos de refuerzo centrales están dentro de la técnica de un experto en el arte. Opcionalmente, se pueden proporcionar hilos de estanqueidad y/o hinchables en agua trenzados alrededor de dicho elemento de refuerzo central. En una realización, se proporcionan dos hilos de estanqueidad (conocidos por un experto en la técnica) alrededor del miembro de refuerzo central. Uno de los dos está dispuesto paralelo al eje longitudinal del miembro de refuerzo central, mientras que el otro hilo de estanqueidad está trenzado alrededor de la disposición (CSM [miembro de refuerzo central] y un hilo de estanqueidad) en un arrollamiento helicoidal, preferiblemente un arrollamiento helicoidal suelto o abierto.

15 **[0080]** De acuerdo con la presente invención, al menos el 90% de dichos tubos de protección sueltos (de sólo la primera, solamente de la segunda o de la primera y la segunda capas) contienen, al menos, una guía de ondas de luz, por ejemplo, al menos, una fibra óptica.

20 **[0081]** En una realización preferida, todos los tubos de protección sueltos (ya de sólo la primera, solamente de la segunda o de la primera y segunda capas) contienen una o más fibras ópticas. Cada tubo de protección suelto puede incluso contener, al menos, diez fibras ópticas o por ejemplo, doce fibras ópticas.

25 **[0082]** Es posible que un número diferente de fibras ópticas esté presente en los tubos de protección sueltos de la primera capa y en los tubos de protección sueltos de la segunda capa. También es posible que exista diferencia en el número de fibras ópticas presentes en los tubos de protección sueltos dentro de una capa.

[0083] Se prefiere que el número de fibras ópticas presente en cada uno de los tubos de protección dentro de una capa sea el mismo.

30 **[0084]** Para lograr acceder a las fibras ópticas que están presentes dentro de los tubos de protección sueltos de la capa más externa o segunda capa, pueden estar presentes uno o más cordones de rasgado entre dicha segunda capa de tubos de protección sueltos y dicha funda. Esto permite abrir la funda camisa para acceder a los tubos de protección sueltos. Estos tubos de protección sueltos pueden entonces ser abiertos de una manera convencional (tal como por ejemplo con una cuchilla o herramienta especializada) para tener acceso a las fibras ópticas del interior.

35 **[0085]** Para tener acceso a las fibras ópticas que están presentes dentro de los tubos de protección sueltos de la capa más interna o primera capa, uno o más cordones de rasgado pueden estar presentes entre dicha primera capa de tubos de protección sueltos y dicha capa intermedia. Esto permite la abertura de la capa intermedia para tener acceso a los tubos de protección sueltos. Estos tubos de protección sueltos se pueden abrir entonces de manera convencional para tener acceso a las fibras ópticas del interior.

40 **[0086]** En el cable de fibra óptica de acuerdo con la presente invención, el diámetro exterior de dichos tubos de protección sueltos es preferiblemente < 1,9 mm, más preferiblemente < 1,7 mm, aún más preferiblemente menor de 1,6 mm.

[0087] El efecto de lo anterior es que se obtiene un cable de fibra óptica con un diámetro menor que tiene ventajas significativas en el campo. El cable de la invención puede ser utilizado, por ejemplo, en conductos más pequeños.

45 **[0088]** Se prefiere que el diámetro exterior de los tubos de protección sueltos de una sola capa o de ambas sea el mismo. Por ejemplo, se prefiere que todos los tubos de protección de la primera capa tengan el mismo diámetro exterior. Además, se prefiere que todos los tubos de protección de la segunda capa tengan el mismo diámetro exterior. Sin embargo, el diámetro exterior de los tubos de protección sueltos de la primera capa puede ser diferente al diámetro exterior de los tubos de protección sueltos de la segunda capa.

50 **[0089]** En el cable de fibra óptica de acuerdo con la presente invención el espesor de pared de dichos tubos de protección sueltos se encuentra preferiblemente en el intervalo de 0,2 a 0,5 mm, preferiblemente en el intervalo de 0,2 a 0,4 mm. En otras palabras, el espesor de pared de los tubos de protección sueltos se encuentra preferiblemente entre 0,2 milímetros y 0,5 milímetros, más preferiblemente entre 0,2 milímetros y 0,4 milímetros.

55 **[0090]** Se prefiere que el espesor de pared de los tubos de protección sueltos de una sola capa o de ambas capas sea el mismo. Por ejemplo, se prefiere que todos los tubos de protección de la primera capa tengan el mismo grosor de pared. Además, se prefiere que todos los tubos de protección de la segunda capa tengan el mismo grosor de pared. Sin embargo, el espesor de pared de los tubos de protección sueltos de la primera capa puede ser diferente al espesor de pared de los tubos de protección sueltos de la segunda capa.

60 **[0091]** El efecto de un grosor de pared menor es que con el mismo diámetro interior se obtiene un diámetro exterior menor para los tubos de protección sueltos. En otras palabras, puede alojarse el mismo número de fibras ópticas mientras que el cable de fibra óptica se hace más pequeño.

[0092] Los tubos de protección están hechos preferiblemente de polímeros que tienen un bajo coeficiente de fricción. Ejemplos de materiales termoplásticos que son particularmente adecuados para tubos de protección sueltos son poliolefinas (PO), tereftalato de polibutileno (PBT) o poliamida (PA) (véase anteriormente).

65 **[0093]** Las fibras ópticas preferidas para utilizar en la presente invención son las denominadas fibras ópticas de modo único insensibles a la curvatura (BI-SMF) que cumplen con los requisitos de la norma ITU-T G.657A1.

[0094] Se requiere que las fibras ópticas que cumplan con esta norma ITU-T G.657A1 tengan pérdidas por macro curvatura de 1,0 dB o menores a 1625 nm, cuando se enrollan diez veces alrededor de un mandril con un radio de 15 mm.

[0095] El presente diseño de cable de fibra óptica es especialmente adecuado para fibras ópticas que son comercializadas por el presente solicitante con el nombre comercial de BendBright® (es decir, una fibra compatible con ITU-T G.657.A1) y Bend-Bright®-XS (es decir, una fibra compatible con ITU-T G.657.A2 y B2).

[0096] Estas dos fibras ópticas insensibles a curvatura comercialmente disponibles (BendBright® y BendBright®-XS) proporcionan una reducción de la sensibilidad a curvatura de diez veces (x10) y cien veces (x100), respectivamente, en comparación con una fibra de modo único estándar (SSMF) (es decir, una fibra compatible con ITU-T G.652).

[0097] Estas dos fibras ópticas insensibles a la curvatura comercialmente disponibles (BendBright® y BendBright® -XS) son totalmente compatibles con la recomendación UIT-T G.652.D más estricta.

[0098] Además, el presente solicitante comercializa también la BendBright®-Elite (es decir, una fibra compatible con ITU-T G.657.B3) que es muy adecuada para su uso en la presente invención. BendBright®-Elite es una fibra óptica ultra-insensible a las curvaturas, especialmente adecuada para operaciones con rayos más estrictos. BendBright®-Elite permite la utilización de un tipo de fibra óptica desde la centralita al terminal de la red óptica.

[0099] Las características ópticas de todos los diferentes tipos de fibras BendBright® han sido obtenidas por el presente solicitante cambiando el perfil de índice de refracción de la fibra óptica mediante la adición de una zanja (enterrada) que tiene un índice de refracción disminuido (con respecto al revestimiento óptico exterior) en la zona de revestimiento. Esta zanja enterrada confina la señal óptica (campo) en la región del núcleo cuando la fibra óptica es curvada y proporciona una alta tasa binaria, y una alta longitud de onda de funcionamiento para sistemas FTTH (fibra hasta el hogar).

[0100] Las fibras ópticas para utilización en la presente invención se proporcionan generalmente con un revestimiento. El diámetro exterior de las fibras ópticas recubiertas es preferiblemente 250 +/- 15 micrómetros, o 200 +/- 10 micrómetros. En otras palabras, entre 235 y 265 micrómetros o entre 190 y 210 micrómetros. La realización de 200 micrómetros se selecciona en caso de requerirse un cable más compacto. El diámetro interior del tubo de protección suelto puede seleccionarse para que tenga un valor inferior mientras que aún pueda albergar el mismo número de fibras ópticas. En otras palabras, el diámetro inferior de 200 +/- 10 micrómetros permite aumentar el número de fibras presentes en un tubos de protección. El intervalo de +/- 15 para la realización de 250 micrómetros y el intervalo de +/- 10 para las realizaciones de 200 micrómetros son intervalos que se relacionan con la tolerancia de fabricación.

[0101] El cable de fibra óptica de acuerdo con la presente invención preferiblemente no contiene partes metálicas dentro de la funda. En otras palabras, no hay partes metálicas presentes en todo el cable de fibra óptica de esta realización específica. Ejemplos de partes metálicas que podrían estar presentes en los cables de la técnica anterior y que preferiblemente no están presentes en el cable de fibra óptica de acuerdo con la presente invención son elementos de refuerzo o cintas o hilos.

[0102] El diámetro exterior del presente cable de fibra óptica se encuentra preferiblemente en el intervalo de 8 a 12 mm, preferiblemente de 9 a 11 mm.

[0103] El efecto técnico de esta característica es que un cable de fibra óptica más pequeño ocupa menos espacio. Esto es particularmente crítico en aplicaciones donde existe una pequeña cantidad de espacio disponible.

[0104] El número de tubos de protección sueltos en la primera capa de tubos de protección sueltos está preferiblemente se encuentra entre 6 y 10.

[0105] El número de tubos de protección sueltos de la segunda capa de tubos de protección sueltos se encuentra preferiblemente entre 12 y 20.

[0106] Un cable de fibra óptica comercialmente tiene que proporcionar una cierta capacidad (es decir, un cierto número de fibras ópticas). Esto se tomó como punto de partida para los presentes inventores para diseñar un cable que tenga las propiedades óptimas de capacidad máxima por un lado y el diámetro exterior mínimo por otro lado.

[0107] Una realización de la presente invención, que es un cable "mini" de tubos de protección sueltos trenzados adecuado para utilización en conductos, será ahora discutido en detalle. La realización mostrada aquí no debe considerarse como limitativa del alcance de la invención.

[0108] La figura (no a escala) muestra un cable de tubos de protección sueltos 1 adaptado para utilización en conductos. Se proporciona un miembro central de refuerzo 9 que consiste en un plástico reforzado con fibra rodeado por hilos hinchables de estanqueidad 8 trenzados. Alrededor de este miembro de refuerzo central 9 está trenzada una primera capa de ocho tubos de protección sueltos 6. Fibras ópticas 7, fibras (BI-SMF), están presentes en los tubos de protección sueltos 6. Las fibras ópticas 7 se identifican unívocamente mediante color; en otras palabras, cada una de las fibras ópticas 7 tiene un color diferente. Las paredes del tubo de protección suelto 6 están formadas de un material termoplástico de alta resistencia a tracción (PBT) y tienen un espesor de pared de 0,225 mm. La primera capa de tubos de protección 6 está rodeada por una capa intermedia 5 hecha de un material que tiene un alto coeficiente de fricción, es decir, un coeficiente de fricción > 0,4, medido según el método de ensayo ISO 8295-1995.

[0109] La segunda capa de dieciséis tubos de protección sueltos 3 esta trenzada alrededor de la capa intermedia 5. Fibras ópticas 4 están presentes en los tubos de protección sueltos 3. Estas fibras ópticas 4 son, por ejemplo, fibras ópticas de modo único insensibles a curvatura (BI-SMF) e identificadas unívocamente por un color diferente, como se ha discutido anteriormente para la primera capa.

[0110] Alrededor de dicha segunda capa se proporciona una funda o cubierta externa 2. Dicha cubierta externa 2 está hecha de polietileno de alta densidad (HDPE) y envuelve la segunda capa de tubos de protección sueltos 3. La primera y la segunda capa de tubos de protección sueltos 3, 6 están trenzados de acuerdo con el modo S-Z

alrededor del miembro de refuerzo central 9. Los tubos de protección sueltos 3, 6 están rellenos con un compuesto de gel no tóxico y seguro dermatológicamente. Entre la capa intermedia 5 y la primera capa de tubos de protección sueltos 6 y entre la cubierta externa 2 y la segunda capa de tubos de protección sueltos 3 están presentes hilos de aramida (no mostrados) que actúan como cordones de rasgado.

5 **[0111]** El cable de fibra óptica que se muestra conteniendo 288 fibras ópticas. La primera capa comprende ocho tubos de protección sueltos y la segunda capa comprende dieciséis tubos de protección sueltos, totalizando 24 tubos de protección sueltos, cada uno de los cuales comprende 12 fibras ópticas.

[0112] El diámetro exterior del cable 1 es de aproximadamente 10,5 mm. El diámetro exterior de cada uno de los tubos de protección sueltos 3, 6, se encuentra entre 1,2 y 1,9 milímetros.

10 **[0113]** La presente invención se refiere especialmente a cables ópticos que tienen diámetros reducidos y, en consecuencia, a tubos de protección que tienen un diámetro y espesor de pared reducidos. Debe observarse que no existen problemas relacionados con la deformación de los tubos de protección en los cables ópticos que tienen alta resistencia, es decir, cables ópticos que tienen diámetros grandes y espesores de pared altos.

15 **[0114]** La presente invención se ilustra adicionalmente mediante las reivindicaciones adjuntas. Debe tenerse en cuenta que todas las realizaciones citadas en la descripción así como las reivindicaciones pueden combinarse entre sí en todas las combinaciones posibles, cayendo aún dentro del alcance de las reivindicaciones.

REIVINDICACIONES

1. Cable de fibra óptica, comprendiendo dicho cable desde el centro hacia la periferia:
un miembro de refuerzo central,
5 una primera capa de tubos de protección sueltos trenzados alrededor de dicho elemento de refuerzo central, conteniendo, al menos, uno de dichos tubos de protección sueltos de dicha primera capa, al menos, una guía de ondas de luz,
una capa intermedia,
10 una segunda capa de tubos de protección sueltos trenzados alrededor de dicha capa intermedia, conteniendo, al menos, uno de dichos tubos de protección sueltos de dicha segunda capa, al menos, una guía de ondas luminosas y una funda que rodea a dicha segunda capa de tubos de protección sueltos, caracterizado porque dicha capa intermedia está formada por un material que tiene un coeficiente de fricción $> 0,4$, medido según el método de ensayo ISO 8295-1995.
- 15 2. Cable de fibra óptica de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, en el que el espesor de la capa intermedia se encuentra en el intervalo de 0,3 a 0,5 mm.
3. Cable de fibra óptica de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, en el que la primera capa de tubos de protección sueltos está trenzada en S-Z alrededor del miembro de refuerzo central, especialmente en el
20 que la segunda capa de tubos de protección sueltos está trenzada en S-Z alrededor de la capa intermedia.
4. Cable de fibra óptica de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, en el que la capa intermedia está presente en forma de una sujeción, una cinta o una capa extruida de dicho material para formar la capa intermedia, especialmente donde el material que forma dicha capa intermedia se selecciona del grupo de material
25 termoplástico o material de caucho termoplástico, preferiblemente un material de caucho termoplástico.
5. Cable de fibra óptica de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, en el que hilos hinchables de estanqueidad están trenzados alrededor de dicho elemento de refuerzo central.
- 30 6. Cable de fibra óptica de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, en el que al menos el 90% de dichos tubos de protección sueltos de dichas primera y/o segunda capas, preferiblemente de dichas primera y segunda capas, contienen al menos una guía de ondas de luz .
7. Cable de fibra óptica de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, en el que entre dicha
35 primera capa de tubos de protección sueltos y dicha capa intermedia están presentes uno o más cordones de rasgado, especialmente en el que entre dicha segunda capa de tubos de protección sueltos y dicha funda, están presentes uno o más cordones de rasgado.
8. Cable de fibra óptica de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, en el que el diámetro
40 exterior de dichos tubos de protección sueltos de dichas primera y/o segunda capas es $< 1,9$ mm, preferiblemente $< 1,7$ mm, más preferiblemente menor que 1,6 mm.
9. Cable de fibra óptica según una o más de las reivindicaciones precedentes, en el que el espesor de pared de
45 dichos tubos de protección sueltos de dichas primera y/o segunda capas se encuentra en el intervalo de 0,2 a 0,5 mm, preferiblemente en el intervalo de 0,2 a 0,4 mm.
10. An optical fiber cable according to any one or more of the preceding claims, wherein said optical fibers are bend insensitive single mode optical fibers (BISMF).
- 50 Cable de fibra óptica de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, en el que dichas fibras ópticas son fibras ópticas de modo único insensibles a curvatura (BISMF).
11. Cable de fibra óptica según una o más de las reivindicaciones anteriores, en el que el presente cable de fibra
55 óptica no comprende partes metálicas.
12. Cable de fibra óptica según una o más de las reivindicaciones anteriores, en el que el diámetro exterior de dicho cable de fibra óptica se encuentra en el intervalo de 8 a 12 mm, preferiblemente de 9 a 11 mm.
13. Cable de fibra óptica de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, en el que el número de
60 tubos de protección sueltos de la primera capa de tubos de protección sueltos se encuentra entre 6 y 10, especialmente en el que el número de tubos de protección sueltos de la segunda capa de tubos de protección sueltos se encuentra entre 12 y 20.
14. Cable de fibra óptica de acuerdo con una o más de las reivindicaciones precedentes, en el que dichas fibras
65 ópticas están recubiertas con una resina curable mediante UV, y en el que el diámetro exterior de las fibras ópticas recubiertas es de 250 +/- 15 micrómetros o 200 +/- 10 micrómetros.

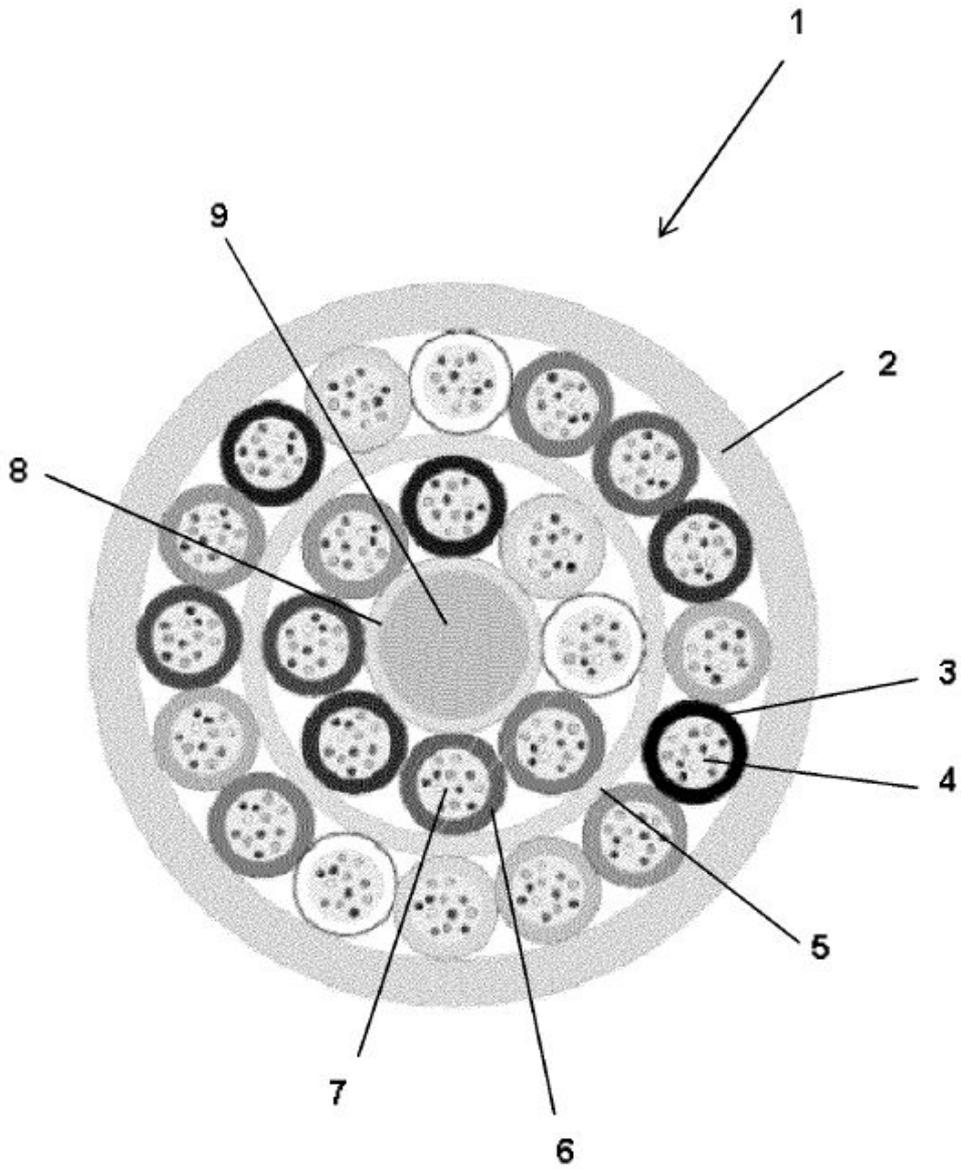


Fig. 1

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

- US 7382955 B [0004]
- US 5343549 A [0005]
- US 6859592 B [0006]
- US 2003118299 A [0007]
- US 5930431 A [0008]
- US 6236789 B [0009]

10