

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 710 886**

51 Int. Cl.:

**G02B 6/44** (2006.01)

**C08L 23/08** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.07.2007 PCT/IB2007/002187**

87 Fecha y número de publicación internacional: **05.02.2009 WO09016424**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.07.2007 E 07789582 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.11.2018 EP 2183631**

54 Título: **Cable de telecomunicaciones equipado con fibras ópticas protegidas herméticas**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**29.04.2019**

73 Titular/es:  
**PRYSMIAN S.P.A. (100.0%)**  
**Via Chiese, 6**  
**20126 Milano, IT**

72 Inventor/es:  
**CONSONNI, ENRICO y**  
**CESCHIAT, DAVIDE**

74 Agente/Representante:  
**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 710 886 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 telecomunicaciones equipado con fibras ópticas protegidas herméticas

**Antecedentes de la invención**

5 La presente invención se refiere a una fibra óptica con una capa de protección hermética y para un cable de telecomunicaciones equipada con al menos una fibra óptica con una capa de protección hermética. En particular, la presente invención se refiere a un cable de telecomunicaciones equipado con al menos una fibra óptica protegida hermética, especialmente adecuada para instalaciones en interiores.

10 Una fibra óptica comprende generalmente un núcleo rodeado por una vaina, dicho núcleo y vaina están preferiblemente hechos de vidrio, y al menos un revestimiento. La combinación de núcleo y vaina generalmente se identifica como "guía de onda óptica". Generalmente, los revestimientos de la guía de onda óptica son dos. El revestimiento que está en contacto directo con la guía de onda óptica se denomina "primer revestimiento" o "revestimiento primario", y el revestimiento que recubre el primero se denomina "segundo revestimiento" o "revestimiento secundario". Típicamente, dichos primer y segundo revestimientos están hechos de un material polimérico, tal como un polímero de acrilato curable por UV.

15 Ciertas aplicaciones requieren que la fibra óptica se recubra adicionalmente por un revestimiento de protección provisto sobre el al menos un revestimiento.

20 Los ejemplos de estas aplicaciones son instalaciones interiores y locales, terminaciones de cables, cables flexibles, cables de conexión y, más generalmente, aquellas aplicaciones en las que la fibra óptica se somete a esfuerzos mecánicos repetidos debido a las operaciones de instalación recurrentes. Cuando dicho revestimiento de protección se proporciona sustancialmente en contacto con al menos un revestimiento exterior, se dice que es una "protección hermética". Cuando dicho revestimiento de protección tiene la forma de un tubo que tiene un diámetro interno mayor que el diámetro de revestimiento externo general (el diámetro externo de la fibra óptica generalmente es de 240-250  $\mu\text{m}$ ), se dice que es una "protección holgada". Dependiendo de la diferencia entre el diámetro del revestimiento exterior de la fibra y el diámetro interno de la protección, una protección holgada se puede identificar como "holgada" o "casi hermética". Típicamente, una fibra óptica protegida se puede usar como componente semiacabado para formar un cable en asociación con otros componentes según lo requiera el uso específico al que se destina el cable. En algunas aplicaciones, cuando no se requiere protección adicional, la fibra óptica protegida se puede utilizar como tal para operar como un cable.

30 El documento US 5.917.978 da a conocer una fibra óptica protegida que incluye una fibra óptica revestida contenida holgadamente dentro de un espacio delimitado por la superficie interna de un tubo de plástico. La superficie exterior de la fibra óptica revestida está formada por un material antiadherente como el Teflon™. Debido al revestimiento antiadherente en la fibra óptica revestida y al espacio de aire que la rodea, los cables mejorados pueden decaparse a cualquier longitud práctica. El diámetro exterior del revestimiento exterior puede ser de aproximadamente 273  $\mu\text{m}$ . El diámetro exterior del tubo puede ser de aproximadamente 900  $\mu\text{m}$ , y el diámetro interno del tubo puede estar en el rango de 300 a 500  $\mu\text{m}$ , con un valor preferido de 400  $\mu\text{m}$ . El tubo de plástico puede estar formado de cualquier material, como el material de cloruro de polivinilo, adecuado para usar como la camisa de una fibra protegida de 900  $\mu\text{m}$ . Los materiales adecuados pueden tener una resistencia a la ruptura por tracción en el rango de 2000-4000 PSI (13,8-27,6 MPa) según ASTM D-412. Se puede usar un proceso de extrusión vertical para formar el tubo alrededor de una fibra óptica revestida. No se aplica vacío al extruido que forma el tubo cuando el extrudido sale de la matriz de extrusión.

45 El documento US 6.714.713 se refiere a una fibra óptica protegida que tiene un núcleo, una vaina y al menos un revestimiento, y una capa de protección que rodea generalmente la fibra óptica, en el que la capa de protección tiene una porción de la misma en contacto generalmente una porción del al menos un revestimiento, teniendo la capa de protección una contracción promedio de aproximadamente 3 mm o menos desde un primer extremo de la fibra óptica protegida. Además, se describe una fibra óptica protegida, en la que la capa de protección tiene una fuerza de pelado promedio de aproximadamente 5 Newtons o menos cuando se elimina una longitud de 50 cm de la capa de protección de un extremo de la fibra óptica protegida. La capa de protección puede estar dispuesta de forma relativamente holgada o hermética alrededor de la fibra óptica. Por ejemplo, la fibra óptica puede tener un diámetro externo nominal de aproximadamente 245 micrones y la capa de protección puede tener un diámetro interno nominal (ID) de aproximadamente 255 a aproximadamente 350 micrones, más preferiblemente de aproximadamente 255 a aproximadamente 320 micrones, y lo más preferiblemente aproximadamente 255 micrones a aproximadamente 270 micrones, con un diámetro exterior de hasta 900 micrones. En ciertas aplicaciones, puede ser ventajoso quitar la capa de protección en longitudes largas, por ejemplo, 50 cm o más en una pasada. Las longitudes largas de la tira se pueden lograr con o sin capa interfacial. El material de la capa de protección puede tener un alargamiento final predeterminado, por ejemplo, según se mide utilizando ASTM D-412. Se desea un alargamiento final en el intervalo de aproximadamente el 300 % o más, y más preferiblemente en el intervalo de aproximadamente el 325 % o más, y lo más preferiblemente, aproximadamente el 350 % o más. Además, el material de la capa de protección puede tener una dureza Shore D, medida con la norma ASTM D-2240, en el rango de aproximadamente 50 a 60. Ejemplos de materiales que se utilizarán para la capa de protección son GFO 9940DW, un elastómero termoplástico (TPE) y

Elastollan® 1154 D 10 FHF (BASF), un poliéter-poliuretano termoplástico (TPU). El GFO 9940DW tiene un alargamiento máximo de aproximadamente el 650 % (ASTM D-412) y una dureza Shore D de aproximadamente 48 (ASTM D-2240). Elastollan® 1154 D 10 FHF tiene un alargamiento máximo de aproximadamente 350% (ASTM D-412) y una dureza Shore D de aproximadamente 58 (ASTM D-2240).

- 5 El documento US 6.215.931 se refiere a un elemento de cable de telecomunicaciones que tiene un elemento de transmisión dispuesto en un tubo de protección hecho de material protección elastomérico de poliolefina termoplástico que tiene un módulo de elasticidad por debajo de aproximadamente 500 MPa a temperatura ambiente y un módulo de elasticidad por debajo de aproximadamente 1500 MPa a 40 °C. El elemento de transmisión puede ser una fibra óptica, un haz de fibras ópticas o una cinta de fibra óptica. El elemento de transmisión puede estar  
10 dispuesto en el tubo de protección en una configuración hermética, casi hermética u holgada. Si el módulo de elasticidad y la elongación a la rotura son suficientemente bajos, un miembro o tubo de protección hermético o casi hermético se puede quitar fácilmente sin herramientas especiales y sin dañar la fibra óptica o las fibras dispuestas en el mismo. Por lo tanto, el módulo de elasticidad del material de protección está por debajo de aproximadamente 500 MPa y el alargamiento a la rotura está por debajo de aproximadamente el 500 %, preferiblemente por debajo de  
15 aproximadamente el 300 %, ambos a temperatura ambiente. Un ejemplo de un elastómero de poliolefina termoplástico que tiene las características físicas anteriores es un copolímero de propileno y etileno, que tiene preferiblemente más del 10 % en peso de etileno. Otro ejemplo es un polietileno de densidad ultra baja o un copolímero de etileno y octeno, estando este último preferiblemente presente en una cantidad superior al 10 % en peso. El material de elastómero de poliolefina termoplástico también puede contener cargas orgánicas o inorgánicas  
20 tales como talco, carbonato de calcio, negro de carbono, trihidruro de aluminio, hidróxido de magnesio. En los ejemplos, el material de elastómero de poliolefina termoplástico tiene un módulo de elasticidad de 120 MPa o más y un alargamiento a la rotura de 250 % o más.

El documento US2003/0133679 da a conocer una fibra óptica de protegida hermética de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1.

## 25 **Sumario de la invención**

El solicitante se ha enfrentado al problema de proporcionar cables ópticos especialmente adecuados para instalaciones interiores de subida y horizontales, por ejemplo, en edificios de varios pisos, con el objetivo de reducir tanto el trabajo de campo y la habilidad de instalación necesaria.

- El solicitante ha observado que el cableado de un edificio de varios pisos puede requerir la extracción de metros de la fibra óptica del cable de subida para llegar a la conexión de usuario final en cada piso. Las fuerzas ejercidas sobre la fibra durante el procedimiento de extracción pueden dañar la fibra óptica. Una protección hermético debe proporcionar a la fibra óptica una protección sólida contra tales fuerzas. Por otro lado, para llevar a cabo la conexión de la fibra óptica al equipo receptor (por ejemplo, una caja de terminación o similar), la capa de protección se  
30 despegará de la fibra óptica, y cuando la capa de protección sea hermética, la separación de la longitud debida es difícil y puede requerir herramientas especiales e instaladores expertos. A la inversa, una protección holgada puede decaparse fácilmente de la fibra óptica, pero no proporciona una protección adecuada en un sistema de cable interior donde una posición vertical y la falta de adherencia entre la fibra óptica y la protección pueden causar el  
35 desgarre del protección y microdoblado de la fibra.

- Por otra parte, cuando el cableado de un edificio, la capa de protección de fibra óptica tiene que ser congruentes tanto como sea posible a la fibra óptica, preferiblemente a una distancia de aproximadamente 100-150 cm desde el punto extracción (o menos), con el fin de permitir la instalación de una fibra óptica adyacente en otro equipo receptor (por ejemplo, una caja de terminación o similar), evitando el riesgo de que el movimiento de tracción en dicha fibra adyacente pueda perturbar o afectar a las otras fibras ya conectadas o en proceso de conexión.

- El solicitante ha encontrado ahora que es posible instalar una fibra óptica, se extraída por un cable vertical (de subida) dentro de un edificio o similar, proporcionando una protección hermética a la fibra óptica, en el que dicha protección tiene una combinación de propiedades, que incluye el espacio entre la protección y la fibra y la resistencia mecánica del material polimérico de la capa del de protección, adecuado para permitir la separación de una protección de una longitud relativamente baja y para causar congruencia entre la protección y la fibra después de una distancia relativamente corta del extremo de la protección.

- La combinación anterior de características del material polimérico que forma la capa de protección permite obtener una fibra óptica que está protegida de manera efectiva durante las operaciones de instalación y durante el uso, y al mismo tiempo se puede eliminar fácilmente por el instalador sin usar ninguna herramientas de decapado, simplemente aplicando una pequeña presión con las yemas de los dedos y una fuerza de rasgado moderada a lo largo del eje de la fibra. El decapado se puede lograr en una sola pasada, es decir, en una sola operación de  
50 decapado, para una longitud suficiente para tener acceso a la fibra óptica para las subsiguientes operaciones de unión/empalmado, por ejemplo, desde unos pocos centímetros hasta aproximadamente 50 cm, sin esfuerzos significativos. Por otro lado, la configuración hermética de la capa de protección asegura la congruencia deseada entre la fibra óptica y la capa de protección a una distancia de aproximadamente 100 cm desde el final de la capa de protección. En otras palabras, la fibra óptica de acuerdo con la invención es sustancialmente inestable en una  
55

pasada por encima de una longitud de aproximadamente 100 cm ± 30 cm.

Por lo tanto, según un primer aspecto, la presente invención se refiere a una fibra óptica revestida por una capa de protección hermética según la reivindicación 1.

5 De acuerdo con otro aspecto, la presente invención se refiere a un cable de telecomunicaciones según la reivindicación 2, que comprende una fibra óptica revestida por una capa de protección.

El alargamiento máximo y la resistencia a ruptura por la tracción final se miden, a 25 °C, según el estándar CEI EN 60811-1-1 (2001).

De manera ventajosa, el material polimérico de la capa de protección según la invención tiene un alargamiento final de al menos el 50 %.

10 Ventajosamente, el material polimérico de la capa de protección de acuerdo con la invención tiene una resistencia a la ruptura por tracción de al menos 4 MPa.

15 Para los fines de la presente descripción y de las reivindicaciones adjuntas, con el término "capa de protección" se quiere decir una capa protectora que rodea una fibra óptica, el diámetro interior de la capa protectora que es sustancialmente el mismo del diámetro exterior de la fibra óptica. No se observa una separación apreciable de protección a fibra.

20 Hay que señalar que la capa de protección de la presente invención no deberá ser confundida con un denominado "tubo de protección". Un tubo de protección incluye típicamente una o más fibras ópticas dispuestas dentro del mismo, posiblemente sumergidas en un material bloqueador de agua (generalmente una grasa) que inhibe la migración de agua que puede penetrar en el tubo de protección. Además, un tubo de protección generalmente tiene un diámetro interior relativamente grande cuando se compara con el diámetro exterior de cada fibra óptica insertada en el mismo, para permitir que la fibra se mueva libremente en el mismo.

25 Para los fines de la presente descripción y de las reivindicaciones adjuntas, salvo que se indique lo contrario, todos los números que expresan cantidades, valores, porcentajes, etc., han de entenderse como modificados en todos los casos por el término "aproximadamente". Además, todos los rangos incluyen cualquier combinación de los puntos máximos y mínimos descritos e incluyen cualquier rango intermedio, que puede o no estar específicamente enumerado en este documento.

La fibra óptica de acuerdo con la presente invención comprende generalmente una guía de ondas óptica constituida por un núcleo de transmisión de luz rodeado por una vaina. Preferiblemente, la guía de onda óptica de acuerdo con la invención es una fibra óptica monomodo. Alternativamente, la guía de onda óptica puede ser del tipo multimodal.

30 Preferiblemente, el cable de telecomunicaciones según la invención está equipado con de 12 a 48 fibras ópticas.

La guía de ondas óptica está rodeada preferiblemente por al menos una capa protectora, por lo general por dos revestimientos de protección. El primer revestimiento protector (revestimiento primario) contacta directamente con la guía de onda óptica, mientras que el segundo revestimiento protector (revestimiento secundario) se sobrepone al primero.

35 Preferiblemente, la guía de onda óptica tiene un diámetro de 120 µm a 130 µm. Preferentemente, el revestimiento primario tiene un espesor de 25 µm a 35 µm. Preferentemente, el revestimiento secundario tiene un espesor de 10 µm a 30 µm.

40 De acuerdo con una realización preferida, la guía de onda óptica tiene un diámetro de 120 µm a 130 µm, el revestimiento primario tiene un espesor de 18 µm a 28 µm, más preferiblemente desde 22 µm hasta 23 µm, y el revestimiento secundario tiene un espesor de 10 µm a 20 µm.

Preferiblemente, la fibra óptica antes de la aplicación de la protección hermética tiene un diámetro de 160 a 280 µm, más preferiblemente 175 a 260 µm, más preferiblemente de 240 µm a 250 µm.

La capa de protección hermética de la fibra óptica tiene preferiblemente un espesor tal como para proporcionar una fibra óptica protegida con un diámetro de 600 a 1000 µm, más preferiblemente 800 a 900 µm.

45 De manera ventajosa, el material polimérico de la capa de protección de la invención tiene un módulo de elasticidad (módulo de Young) igual o inferior a 100 MPa, medido de acuerdo con la norma ASTM D-638-97.

Ventajosamente, el material polimérico de la capa de protección de la invención tiene una dureza Shore D inferior a 50, medido según la norma ASTM D-2240.

50 De acuerdo con una realización preferida, la capa de protección tiene una fuerza de pelado media, medida según el estándar FOTP/184/TIA/EIA (efectuado con una velocidad de extracción de 10 mm/min) de 0,10 N/15 mm a 0,50 N/15 mm, más preferiblemente de 0,15 N/15 mm a 0,40 N/15 mm. La capa de protección tiene una fuerza de pelado

máxima medida según el estándar FOTP/184/TIA/EIA (efectuado con una velocidad de extracción de 10 mm/min) de 1,0 N/15 mm a 3,5 N/15 mm, más preferiblemente de 1,5 N/15 mm a 2,0 N/15 mm. De acuerdo con una realización preferida, la capa de protección tiene una contracción promedio, medida después de 24 horas a 70 °C, de 3 mm/1000 mm a 15 mm/1000 mm, más preferiblemente de 5 mm/1000 mm a 10 mm/1000 mm.

- 5 El material polimérico que forma la capa de protección de acuerdo con la presente invención preferiblemente comprende al menos un polímero seleccionado a partir de: polietileno, polietileno de densidad preferiblemente baja (LDPE), polietileno de muy baja densidad (VLDPE) o polietileno de baja densidad lineal (LLDPE); copolímeros de etileno con al menos una alfa-olefina de C<sub>3</sub> - C<sub>12</sub> y opcionalmente con al menos un dieno de C<sub>4</sub> - C<sub>20</sub>; copolímeros de etileno con al menos un acrilato de alquilo o metacrilato de alquilo, preferiblemente copolímeros de etileno/acrilato de butilo (EBA); cloruro de polivinilo (PVC); copolímeros de etileno/acetato de vinilo (EVA); poliuretanos; poliésteres; y mezclas de los mismos.

El material polimérico puede comprender además, en mezcla con el al menos un polímero, al menos una carga inorgánica. Preferiblemente, la carga inorgánica está presente en una cantidad de 30 a 70 % en peso, más preferiblemente de 35 a 55 % en peso, con respecto al peso total del material polimérico.

- 15 La carga inorgánica puede seleccionarse de: hidróxidos, óxidos u óxidos hidratados, sales o sales hidratadas, por ejemplo carbonatos o silicatos, de al menos un metal, en particular de calcio, magnesio o aluminio. Se prefieren: hidróxido de magnesio, hidróxido de aluminio, óxido de aluminio, trihidrato de alúmina, hidrato de carbonato de magnesio, carbonato de magnesio o mezclas de los mismos. El hidróxido de magnesio de origen sintético o natural (brucita) es particularmente preferido.

- 20 Con el objetivo de mejorar la compatibilidad entre material de relleno inorgánico y el material polimérico, un agente de acoplamiento se puede añadir ya sea en el material o en el relleno orgánico o ambos. Este agente de acoplamiento puede seleccionarse entre: compuestos de silano saturados o compuestos de silano que contienen al menos una insaturación etilénica; epóxidos que contienen una insaturación etilénica; ácidos monocarboxílicos o, preferiblemente, ácidos dicarboxílicos que tienen al menos una insaturación etilénica, o derivados de los mismos, en particular anhídridos o ésteres.

Los compuestos de silano preferidos adecuados para este propósito son: gamma-metacriloxipropil-trimetoxisilano, metiltrietoxisilano, metiltris (2-metoxietoxi) silano, dimetildietoxisilano, viniltris (2-metoxietoxi) silano, viniltrietoxisilano, octiltrietoxisilano, isobutil-trietoxisilano, isobutiltrimetoxisilano y sus mezclas.

- 30 Los epóxidos preferidos contienen una insaturación etilénica son: acrilato de glicidilo, metacrilato de glicidilo, éster monoglicidil de ácido itacónico, glicidil éster de ácido maleico, éter de glicidilo de vinilo, alil glicidil éter, o mezclas de los mismos.

- 35 Los ácidos monocarboxílicos o dicarboxílicos preferidos, que tiene al menos una insaturación etilénica, o derivados de los mismos, como agentes de acoplamiento son, por ejemplo: ácido maleico, anhídrido maleico, ácido esteárico, ácido fumárico, ácido citracónico, ácido itacónico, ácido acrílico, metacrílico ácidos y similares, y anhídridos o ésteres derivados de ellos, o mezclas de los mismos. El anhídrido maleico es particularmente preferido.

Otros componentes convencionales tales como antioxidantes, coadyuvantes de procesamiento, lubricantes, pigmentos, otros rellenos y similares se pueden añadir al material polimérico de protección de la presente invención.

- 40 Otros co-adyuvantes de procesamiento posiblemente añadidos al material polimérico son, por ejemplo, estearato de calcio, estearato de zinc, ácido esteárico, cera de parafina, cauchos de silicona y similares, o mezclas de los mismos.

- 45 El cable de telecomunicaciones de acuerdo con la presente invención está equipado con al menos una fibra óptica protegida, preferiblemente con una pluralidad de fibras ópticas protegidas, de acuerdo con la presente invención. Las fibras ópticas protegidas suelen estar contenidas por al menos una funda de cable polimérica. La funda de cable polimérica tiene principalmente la función de agrupar y proteger las fibras ópticas de los esfuerzos mecánicos, en particular de las fuerzas laterales de compresión, y generalmente está hecha de un material polimérico sustancialmente rígido, por ejemplo, de polietileno de densidad media (MDPE), polietileno de alta densidad (HDPE) o copolímero al azar de polipropileno. Para resistencia impartida a las llamas a la funda polimérica, se pueden agregar cargas ignífugas, por ejemplo hidróxido de magnesio o trihidrato de alúmina.

- 50 Preferiblemente, al menos un elemento de refuerzo está incrustado en la funda polimérica y dispuesto a lo largo de la longitud del cable, a fin de reducir las tensiones mecánicas sobre las fibras ópticas debido a fuerzas de tracción. Por lo general, el elemento de refuerzo está hecho de una varilla de polímero reforzado con vidrio (GRP) o de una varilla de aramida.

Cintas de acero o aluminio u otros elementos protectores conocidos en el campo de cables de telecomunicaciones pueden estar presentes.

- 55 La fibra óptica protegida de acuerdo con la presente invención puede producirse de acuerdo con técnicas conocidas.

Por ejemplo, el proceso de fabricación se puede llevar a cabo en dos etapas, el primero que comprende las etapas secundarias de dibujar la guía de onda óptica y recubrirla con al menos un revestimiento protector. Al final de esta primera etapa, la fibra óptica no protegida resultante se recoge en un carrete y se alimenta a la segunda etapa. La segunda etapa comprende la deposición de la capa de protección hermética, que generalmente se obtiene por extrusión del material polimérico alrededor de la fibra óptica por medio de un extrusor de cruceta.

### **Breve descripción de los dibujos**

Otras características serán evidentes a partir de la descripción detallada dada a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La figura 1 es una vista en sección esquemática de una fibra óptica de acuerdo con la presente invención;

La figura 2 es una vista en sección transversal de un cable de telecomunicaciones de acuerdo con la presente invención;

La figura 3 es una vista esquemática de una línea de fabricación ejemplar para producir fibras ópticas según la presente invención;

La figura 4 es una representación esquemática de una instalación interior;

La figura 5 es una representación esquemática de una conexión de derivación que usa una fibra protegida hermética según la invención.

Las figuras anteriores muestran solamente formas de realización preferidas de la invención. Se pueden realizar modificaciones adecuadas a estas realizaciones de acuerdo con las necesidades técnicas específicas y los requisitos de aplicación sin apartarse del alcance de la invención.

### **Descripción detallada de las realizaciones preferidas**

Con referencia a la figura 1, una fibra (1) óptica de acuerdo con la presente invención comprende una guía (2) de ondas óptica constituida por un núcleo (3) transmisor de luz rodeado por una vaina (4). El núcleo (3) y la vaina (4) están hechos preferiblemente de un material a base de sílice, teniendo el material de la vaina (4) un índice de refracción más bajo que el índice de refracción del núcleo (3).

La guía (2) de ondas óptica está rodeada preferiblemente por al menos una capa protectora, por lo general por dos revestimientos (5, 6) de protección. El primer revestimiento (5) protector (revestimiento primario) contacta directamente con la guía (2) de ondas óptica, mientras que el segundo revestimiento (6) protector (revestimiento secundario) se superpone al primero (5). La capa (7) de protección rodea la fibra óptica directamente en contacto con el revestimiento (6) secundario.

Típicamente, el primer y segundo revestimientos (5, 6) están hechos de composiciones de revestimiento curables por radiación que comprenden oligómeros curables por radiación que son uno compatible con el otro, pero con diferentes propiedades. Por ejemplo, un revestimiento (5) primario blando, que generalmente tiene un módulo elástico de aproximadamente 1-2 MPa, rodea la guía (2) de ondas óptica, mientras que un revestimiento (6) secundario relativamente rígido, generalmente tiene un módulo elástico de aproximadamente 500 - 1000 MPa, rodea el revestimiento (5) primario. Por ejemplo, los oligómeros curables por radiación pueden tener un esqueleto derivado de polipropilenglicol y un poliéster poliálcool basado en ácido dímero. Preferiblemente, el oligómero es un oligómero de acrilato de uretano que comprende dicho esqueleto, más preferiblemente un oligómero de acrilato de uretano completamente alifático. Por ejemplo, el primer revestimiento (5) protector está hecho de una composición curable por radiación que comprende un oligómero curable por radiación como se describe en la solicitud de patente internacional WO 01/05724.

Para el segundo revestimiento (6) protector puede ser utilizada una formulación vendida bajo el nombre comercial DeSolite™ 3471-2-136 (por DSM).

Preferiblemente, la fibra óptica de la presente invención es una fibra insensible a la curvatura óptica de acuerdo con ITU-T G.657, por ejemplo, CasaLight™ (comercializado por Prysmian).

Los revestimientos (5, 6) de protección por lo general incluyen un medio de identificación, como una tinta o otras marcas adecuadas para la identificación.

En la figura 1, con D1 que se indica el diámetro de la fibra óptica antes de la aplicación de la protección hermética. Como se indicó anteriormente, D1 tiene preferiblemente un valor de 160  $\mu\text{m}$  a 280  $\mu\text{m}$ , más preferiblemente de 175  $\mu\text{m}$  a 260  $\mu\text{m}$ , incluso más preferiblemente de 240  $\mu\text{m}$  a 250  $\mu\text{m}$ .

En la figura 1, con D2 que se indica el diámetro de la fibra óptica después de la aplicación de la protección hermética. Como se indicó anteriormente, D2 tiene preferiblemente un valor de 600  $\mu\text{m}$  a 1000  $\mu\text{m}$ , más preferiblemente de 800  $\mu\text{m}$  a 900  $\mu\text{m}$ .

Con referencia a la figura 2, un cable (8) de telecomunicaciones de acuerdo con la presente invención comprende una pluralidad de fibras (1) ópticas protegidas libremente dispuestas en el espacio interior de una funda (9)

5 polimérica de forma tubular. En la figura 2, dos elementos (10) de refuerzo están incrustados en la funda (9) polimérica que se extiende a lo largo del desarrollo longitudinal del cable. Los elementos (10) de refuerzo pueden estar hechos de una varilla de polímero reforzado con vidrio (GRP) o una varilla de aramida. En correspondencia con cada elemento (10) de refuerzo, puede estar presente una muesca (11) que corre longitudinalmente sobre la superficie externa de la funda (9) polimérica. La muesca puede ser útil para el instalador para identificar la posición del al menos un elemento de refuerzo presente opcionalmente para evitar el corte de dicho elemento en el proceso de acceso a las fibras ópticas contenidas dentro de la cubierta del cable.

Preferiblemente, el espacio libre entre la funda (9) polimérica y las fibras (1) ópticas puede contener una ayuda de deslizamiento para tirar de las fibras ópticas, por ejemplo, talco.

10 Con referencia a la figura 3, la fibra óptica no protegida, que comprende la guía de ondas ópticas revestidas con al menos una capa protectora, es de una bobina (12) de entrega. La tensión de la fibra óptica se controla mediante un dispositivo (13) de control de la tensión de entrega. Luego, la fibra óptica entra en el cabezal transversal del extrusor donde está cubierta por el material polimérico que forma la capa de protección hermética. El cabezal transversal del extrusor incluye una matriz y una punta que definen un espacio troncocónico donde fluye el material polimérico. La fibra óptica pasa a través de la punta y el material polimérico se deposita sobre la superficie externa de la fibra óptica al contraerse con la ayuda de una presión reducida generada dentro de la punta. La presión reducida anterior debe controlarse cuidadosamente para tener un acoplamiento de la capa de protección sobre la fibra óptica lo suficientemente hermética como para lograr la fuerza de pelado media deseada como se indicó anteriormente. Preferiblemente, se puede aplicar una presión reducida de -0,1 a -0,3 bar. La fibra óptica protegida se pasa luego a través de un canal (15) de enfriamiento donde el material polimérico se enfría, generalmente por medio de agua o aire, para estabilizar su forma y dimensiones. El movimiento lineal de la fibra óptica se logra mediante un cabrestante (16) de línea. Después de salir del canal (15) de enfriamiento, la fibra óptica protegida se enrolla en un carrete (18) de recogida con una cierta tensión que se controla mediante un control (17) de tensión de recogida.

25 Con referencia a la figura 4, un cable (19) elevador se instala a partir del gabinete (20) de distribución, generalmente situado en el sótano del edificio, hasta el último piso (21). En cada piso (o donde sea necesario) se proporciona al menos una caja (22) de subida para la conexión a las cajas (23) de terminación de un solo cliente. Cuando se debe hacer una conexión (se hace referencia a la figura 5), se corta una ventana (26) en la cubierta del cable. Una fibra (1) del haz (24) de fibras amortiguadas apretadas se corta, a una cierta distancia corriente abajo de la ventana (26), es decir, en un piso superior del edificio (generalmente hasta 20 m desde la ventana 26) y está extraído del cable (19) de subida, luego colocado dentro de la caja (22) de subida. La fibra (1) se tira hasta la caja (23) de terminación del usuario, donde se retira una parte de la protección hermética en una longitud adecuada para el empalme mecánico o por fusión de la fibra (1) en la caja (25) de empalme. Para la longitud desde la caja (22) de subida hasta la caja (23) de terminación del usuario, la fibra (1) puede insertarse opcionalmente en un tubo protector (no mostrado), preferiblemente hecho de material polimérico ignífugo, de baja fricción, previamente instalado.

35 Los siguientes ejemplos de trabajo se dan para ilustrar mejor la invención, pero sin limitarla.

**Ejemplo 1: Preparación de una composición polimérica**

Una composición polimérica se preparó mediante el uso de los componentes como se muestra en la Tabla 1 (las cantidades se expresan como % en peso con respecto al peso total de la composición polimérica).

TABLA 1

| Componente   | % en peso |
|--|-----------|
| Lotryl® 17BA07   | 30,2      |
| Lotryl® 30BA02   | 7,1       |
| Clearflex® CLBO  | 10,1      |
| Fusabond® MC 250D  | 3         |
| Hydrofy® GS 1.5  | 47,2      |
| Rhodorsil® GUM 901   | 2         |
| Irganox® 1010  | 0,4       |
| Lotryl® 17BA07 (Atofina): copolímero de etileno-butil acrilato que contiene 16 % a 19 % en peso de éster acrílico;<br>Lotryl® 30BA02 (Atofina): copolímero de etileno-butil acrilato que contiene 28 % a 32 % en peso de éster acrílico;<br>Clearflex® CLBO (Polimeri Europa): polietileno de muy baja densidad;<br>Fusabond® MC 250D (DuPont): etileno-acetato de vinilo (28 % de acetato de vinilo);<br>Hydrofy® GS1.5 (Sima): hidróxido de magnesio recubierto con ácido esteárico; |           |

|   |
|---|
| Rhodorsil® GUM 901 (Rhodia): dimetilsiloxano, goma terminada en metil vinilo;<br>Irganox® 1010 (Ciba Specialty Chemicals): antioxidante fenólico. |
|---|

La composición se prepara mezclando los componentes tal como se muestra en la Tabla 1 en un mezclador cerrado. Las mezclas se granularon luego y los gránulos obtenidos se usaron para fabricar la capa de protección hermética, como se describirá más adelante.

La composición polimérica anterior se caracterizó como sigue:

- elongación máxima: 90,6 % (CEI EN 60811-1-1 medido en una placa);
- resistencia máxima a la tracción: 8,2 MPa (CEI EN 60811-1-1 medido en una placa);
- contracción: 0,675 % (estándar interno);
- módulo de elasticidad: 77,0 MPa (ASTM D-638-97);
- dureza Shore A: 93 (ASTM D-2240);
- dureza Shore D: 36,8 (ASTM D-2240).

5

### Ejemplo 2: Preparación de una fibra óptica de protección hermética

La composición polimérica tal como se preparó en el Ejemplo 1 se aplicó por extrusión sobre una fibra óptica que tiene un diámetro total de  $245 \pm 5 \mu\text{m}$ , con un revestimiento primario que tiene un espesor de  $32,5 \mu\text{m}$  y un revestimiento secundario que tiene un espesor de  $27,5 \mu\text{m}$ .

10 Las condiciones de funcionamiento de la línea de extrusión eran los siguientes:

- diámetro interno de la punta cónica: 0,45 mm
- diámetro exterior de la punta cónica: 0,90 mm
- diámetro interno del troquel cónico: 1,90 mm
- vacío: - 0,1 bar
- 15 - línea de velocidad: 60 m/min;
- perfil térmico: 125 °C (zona 1), 140 °C (zona 2), 150 °C (zona 3), 160 °C (collar), 165 °C (cabeza);
- canal de enfriamiento: aire a 25 °C;
- tensión de entrega de la fibra: 100 g
- tensión de absorción de la fibra protegida: 200 g

20 La fibra óptica protegida obtenida de este modo tenía un diámetro externo de 900  $\mu\text{m}$ .

Las siguientes mediciones se realizaron sobre la fibra óptica protegida (valores calculados a partir de nueve muestras ensayadas media):

- fuerza media de la tira: 0,22 N/15 mm (medido según el estándar FOTP/184/TIA/EIA realizado a una velocidad de extracción de 10 mm/min);
- 25 - fuerza máxima de la tira: 1,84 N/15 mm (medido según el estándar FOTP/184/TIA/EIA realizado a una velocidad de extracción de 10 mm/min);
- coeficiente de fricción entre la protección y la fibra óptica: 0,27.

Dicho coeficiente de fricción se midió como sigue. La fibra óptica protegida se ha envuelto alrededor de un mandril; un extremo de fibra óptica (libre de la capa de protección) está conectado con una celda de carga; el otro extremo de fibra óptica (libre de la capa de protección) está conectado con un peso; la celda de carga mide la fuerza necesaria para mover 50 mm de fibra óptica a través del revestimiento de protección. Configuración de prueba:

30

diámetro del mandril: 315 mm  
 peso (P) = 1 N  
 Velocidad de tracción = 500 mm/min.  
 35  $\alpha = 5/2 \pi (1 + 1/4 \text{ vuelta})$

A continuación, se proporciona la fórmula para el cálculo del coeficiente de fricción

$$T = P * e^{f\alpha}$$

en la que T es la fuerza medida por la celda de carga; P es el peso aplicado; f es el coeficiente de fricción y  $\alpha$  es el ángulo de envoltura. Así, el coeficiente de fricción se determinó de acuerdo a:

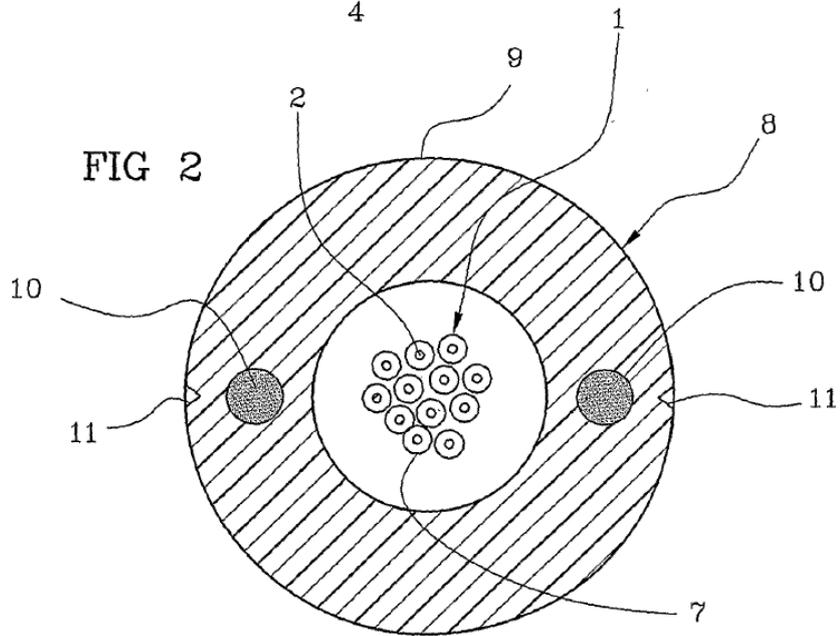
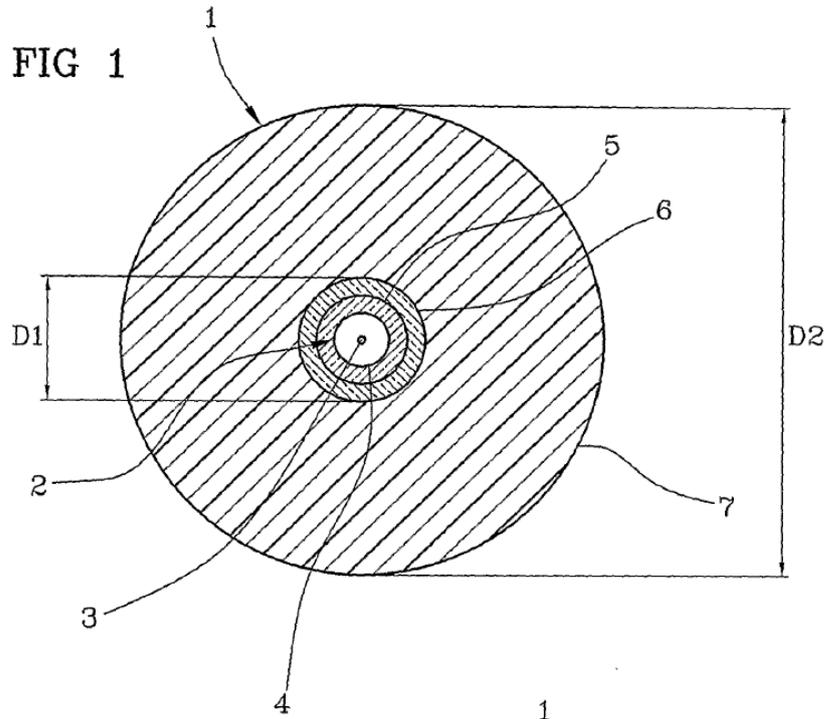
$$f = \frac{LN (T/P)}{\alpha}$$

**Ejemplo 3: Prueba de decapado manual**

5 Se emplearon cinco fibras ópticas protegidas según la invención procedentes de diferentes lotes de producción para la prueba. Las capas de protección fueron decapadas manualmente de las fibras por el mismo operador en longitudes crecientes a partir de 10 cm. Las cinco fibras ópticas se privaron fácilmente de su de protección hasta una longitud de 50 cm. A una longitud de 90 cm la protección de dos fibras ópticas no pudo ser decapada. Para los tres restantes, la coherencia entre el de protección y la fibra óptica (que impide la eliminación del de protección) se alcanzó a 120 cm (dos fibras) y 130 cm (una fibra).

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Fibra (1) óptica revestida por una capa (7) de protección hermética, en la que la capa de protección hermética tiene un diámetro interno que es sustancialmente igual al diámetro exterior de la fibra óptica, en la que la fibra (1) óptica comprende una guía (2) de ondas óptica recubierto con al menos un revestimiento (5, 6) protector, y en el que la capa de protección hermética está fabricada de un material polimérico que tiene un alargamiento final igual o inferior al 100 % y una resistencia a la ruptura por tracción final igual o inferior a 10 MPa, **caracterizado porque** se extruye el material polimérico de la capa de protección hermética..
2. Cable de telecomunicaciones (8) que comprende al menos una fibra óptica según la reivindicación 1.
3. Cable de telecomunicaciones según la reivindicación 2, en el que la fibra óptica es una fibra óptica monomodo.
- 10 4. Cable de telecomunicaciones según la reivindicación 2, en el que la fibra óptica es una fibra óptica insensible a la flexión.
5. Cable de telecomunicaciones según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en el que la capa de protección hermética tiene un espesor tal como para proporcionar una fibra óptica protegida con un diámetro de 650 a 1000 µm.
- 15 6. Cable de telecomunicaciones según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 5, en el que el material polimérico tiene un alargamiento máximo de al menos el 50 %.
7. Cable de telecomunicaciones según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, en el que el material polimérico tiene una resistencia a la ruptura por tracción de al menos 4 MPa.
8. Cable de telecomunicaciones según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 7, en el que el material polimérico tiene un módulo de elasticidad (módulo de Young) igual o inferior a 100 MPa.
- 20 9. Cable de telecomunicaciones según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 8, en el que el material polimérico tiene una dureza Shore D inferior a 50.
10. Cable de telecomunicaciones según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 9, en el que la capa de protección tiene una fuerza de pelado promedio de 0,1 N/15 mm a 0,5 N/15 mm.
- 25 11. Cable de telecomunicaciones según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 10, en el que la capa de protección tiene una fuerza para desnudar máxima desde 1 N/15 mm hasta 3,5 N/15 mm.
12. Cable de telecomunicaciones según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 11, en el que la capa de protección tiene un encogimiento medio, medido después de 24 horas a 70 °C, desde 3 mm/1000 mm hasta 15 mm/1000 mm.
- 30 13. Cable de telecomunicaciones según la reivindicación 12, en el que la capa de protección tiene una contracción media, medida después de 24 horas a 70 °C, desde 5 mm/1000 mm hasta 10 mm/1000 mm.
14. Cable de telecomunicaciones según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 13, en el que el material polimérico comprende al menos un polímero seleccionado de: polietileno; copolímeros de etileno con al menos una alfa-olefina C<sub>3</sub> - C<sub>12</sub> y opcionalmente con al menos un dieno C<sub>4</sub> - C<sub>20</sub>; copolímeros de etileno con al menos un acrilato de alquilo o metacrilato de alquilo; cloruro de polivinilo (PVC); copolímeros de etileno/acetato de vinilo (EVA); poliuretanos; poliésteres; y mezclas de los mismos.
- 35 15. Cable de telecomunicaciones según la reivindicación 14, en el que el material polimérico comprende, mezclado con al menos un polímero, al menos una carga inorgánica.
16. Cable de telecomunicaciones según la reivindicación 15, en el que la carga inorgánica se selecciona de: hidróxidos, óxidos u óxidos hidratados, sales o sales hidratadas de al menos un metal, o mezclas de los mismos.
- 40 17. Cable de telecomunicaciones según la reivindicación 16, en el que la carga inorgánica se selecciona de hidróxido de magnesio natural o sintético.
18. Cable de telecomunicaciones según una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 17, que comprende además al menos una funda de cable (9) que rodea la al menos una fibra óptica.
- 45 19. Cable de telecomunicaciones según la reivindicación 18, en el que al menos un elemento de refuerzo (10) está embebido en la funda polimérica y dispuesto a lo largo del cable.



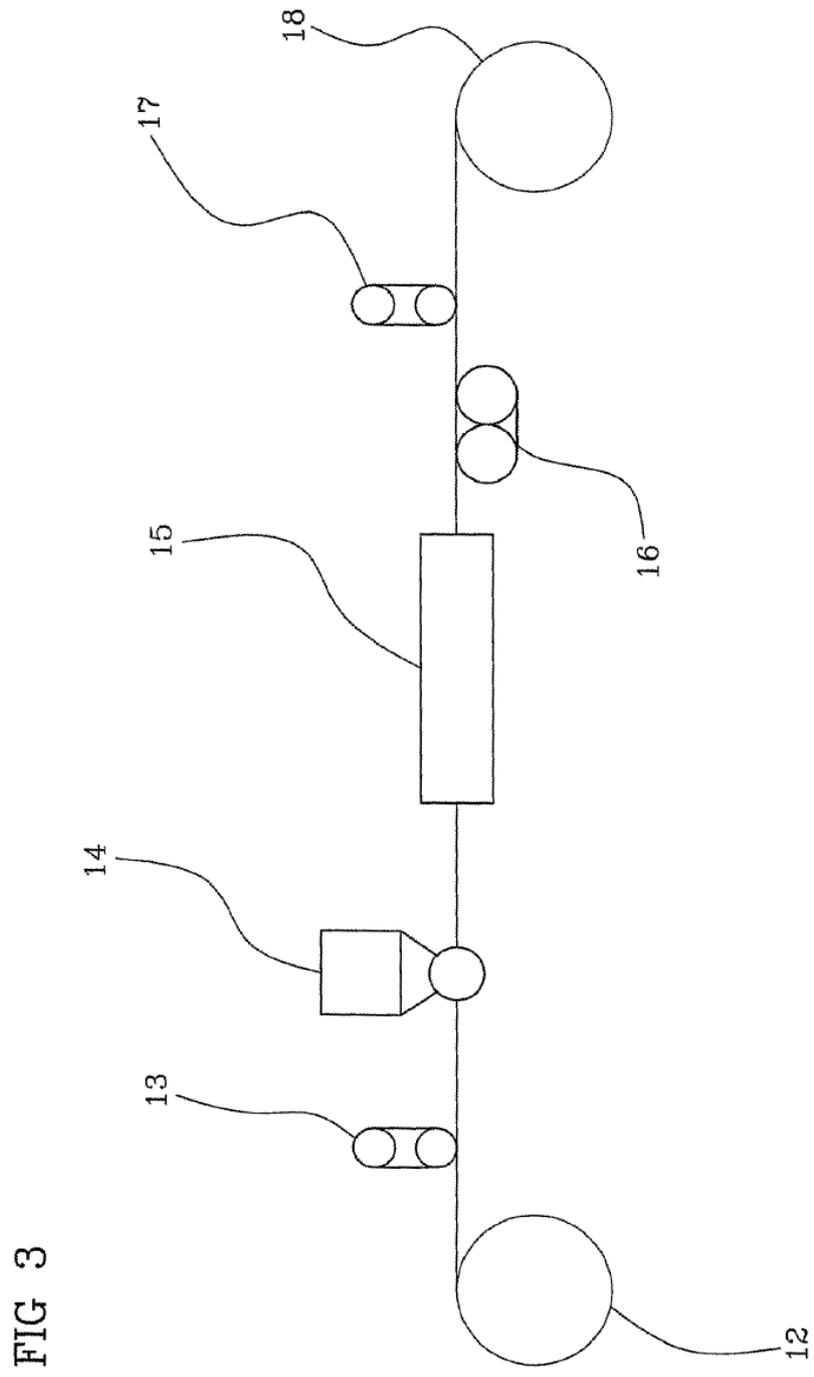


FIG 3

FIG 5

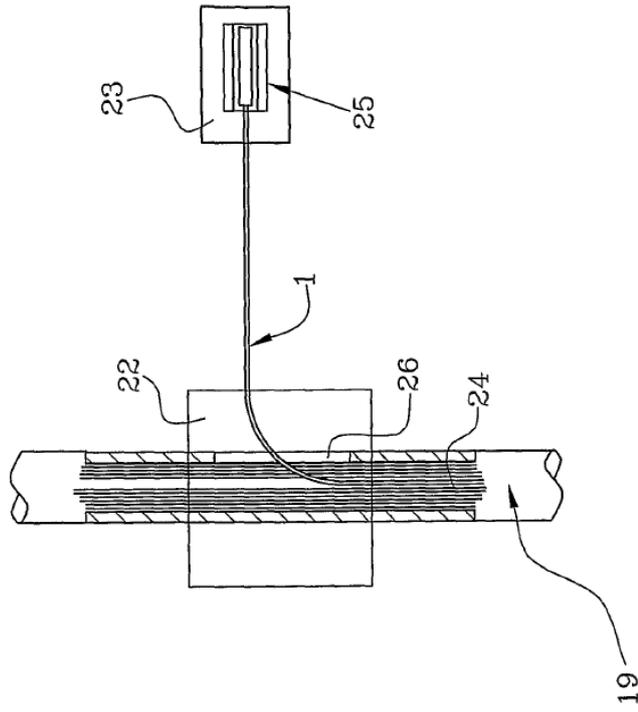


FIG 4

