

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 414 985**

51 Int. Cl.:

G02B 6/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.07.2007 E 07787784 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.04.2013 EP 2049931**

54 Título: **Elemento de cable óptico auto-reforzado y su procedimiento de fabricación**

30 Prioridad:

21.07.2006 FR 0606678

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
23.07.2013

73 Titular/es:

**ACOME SOCIÉTÉ COOPÉRATIVE ET
PARTICIPATIVE SOCIÉTÉ ANONYME
COOPÉRATIVE DE PRODUCTION À CAPITAL
VARIABLE (100.0%)
52, rue de Montparnasse
75014 Paris , FR**

72 Inventor/es:

**LESUEUR, PHILIPPE;
LEPLE, CHRISTOPHE;
POULAIN, ARNAUD y
LAGREVE, CHRISTIAN**

74 Agente/Representante:

CURELL AGUILÁ, Mireia

ES 2 414 985 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

Elemento de cable óptico auto-reforzado y su procedimiento de fabricación.

5 La presente invención se refiere al campo de los cables de fibras ópticas y en particular de los cables ópticos destinados a las redes de distribución de abonados.

La patente EP 0 157 610 describe una estructura de fibras ópticas destinada a ser instalada en un conducto por soplado.

10 Esta estructura comprende dos fundas, una funda interior de polipropileno y una funda exterior de polietileno expandido.

15 La funda interior presenta un módulo de elasticidad superior al de la funda exterior y mantiene las fibras ópticas bloqueadas en una matriz fija.

Esta estructura permite aumentar la resistencia al pandeo, es decir a la compresión longitudinal.

20 Sin embargo, adolece del inconveniente de aumentar la atenuación de las fibras ópticas, debido a la tensión generada por el bloqueo de las fibras ópticas por la funda interior.

Además, teniendo en cuenta el coeficiente de dilatación del polipropileno (aproximadamente 10^{-4}), esta atenuación será aún más importante durante las variaciones de temperatura.

25 Por último, debido al bloqueo que ofrece, y también a su bajo espesor, la extracción de la funda interior no es fácil, lo cual dificulta el acceso a las fibras.

Estos inconvenientes se han superado en parte por la estructura de fibras ópticas descrita en la patente EP 0 382 144.

30 Esta estructura comprende unas fibras ópticas y por lo menos un hilo de desgarrador que están rodeados por una funda interior que presenta un módulo de elasticidad importante.

Esta funda interior está rodeada a su vez por una funda exterior realizada en una resina expandida.

35 La funda interna se aplica por extrusión y puede estar constituida en particular por nylon, cuyo coeficiente de dilatación es de aproximadamente $8 \cdot 10^{-5}$.

Esta estructura adolece asimismo de numerosos inconvenientes.

40 En efecto, incluso si el material constitutivo de la funda interior presenta una fluidez suficientemente importante para reducir las tensiones durante la extrusión, no se eliminan las pérdidas en atenuación de las fibras ópticas.

45 El documento EP 0 382 144 las mide a 0,09 dB/Km a 1,3 μm entre la temperatura ambiente y una temperatura de -20°C . Estas pérdidas se deben principalmente al coeficiente de dilatación del nylon.

50 Por otra parte, el problema de la accesibilidad a las fibras no se resuelve por la presencia de un hilo de desgarrador. En efecto, éste presenta un diámetro por lo menos igual al diámetro de una fibra óptica, lo cual no facilita el acceso a este hilo de desgarrador, y puede después ocasionar unos problemas de daño de las fibras ópticas durante el desgarrador de la funda si el hilo de desgarrador se enreda con estas últimas.

55 Numerosos documentos describen unas estructuras de cables que incluyen dos fundas y de los cuales, al contrario que en los dos anteriores, la funda interior presenta un módulo de elasticidad inferior al de la capa externa. Esto permite desacoplar las fibras de las sollicitaciones mecánicas relacionadas al mismo tiempo con la fabricación del cable y con el entorno exterior.

Como se ha indicado anteriormente, la utilización del módulo de elasticidad de las fibras ópticas para aumentar la rigidez de un microcable provoca unos problemas de atenuación y de acceso a las fibras que no se han resuelto por las soluciones conocidas.

60 Ha aparecido otra generación de microcables para evitar estos problemas y responder a las exigencias de prestaciones en términos de fricción y rigidez impuestas por la técnica del soplado-acarreo. Los documentos FR 2 849 929, EP 0 646 818 o EP 0 296 836 son representativos de esta generación de microcables. Preconizan la utilización de una capa interna, en contacto con las fibras, que posee un módulo muy bajo. Esta capa permite desolidarizar las fibras de sollicitaciones mecánicas y térmicas externas. Actúa como un tampón. La capa externa se realiza entonces con el fin de aportar un bajo coeficiente de fricción y una cierta rigidez al cable, conservando al

mismo tiempo su compacidad. Estos cables están particularmente adaptados al soplado-acarreo, ya que su rigidez es suficiente para empujarlos en algunas decenas de metros y su baja fricción garantiza su instalación en grandes longitudes.

5 En este sentido, responden mejor a las exigencias del soplado que las patentes anteriores.

Las patentes EP 0 296 836 y FR-2 849 929 son similares y reivindican en particular una capa externa de baja fricción. El documento PIRELLI describe en particular la utilización de bolas de vidrio que reducen el coeficiente de fricción entre el conducto y el microcable.

10 La publicación WO-A1-2005/019894 describe una estructura de microcable de fibras ópticas adaptada a una técnica de colocación por empuje-estiramiento en un microconducto.

15 Estos microcables adolecen sin embargo del inconveniente de conservar una rigidez relativamente baja para unas aplicaciones de empuje puro, de ser frágiles en aplastamiento y choque, de ahí la necesidad de protegerlos por un tubo.

20 En todos los casos, las estructuras de fibras ópticas descritas en el estado de la técnica y concebidas para ser instaladas por soplado presentan como inconveniente principal su coste de realización. Este último se debe a la necesidad de realizar unas capas sucesivas de material que presentan unas propiedades mecánicas diferentes.

25 Se constata además que los materiales utilizados habitualmente en la fabricación de módulos de fibras ópticas fácilmente desgarrables, presentan un módulo de elasticidad relativamente bajo. Así, los módulos ópticos obtenidos no presentan ninguna resistencia al aplastamiento, ni rigidez suficientes.

Este en particular el caso de las poliolefinas cargadas o de los PVC flexibles.

30 El estado de la técnica revela por lo tanto una incompatibilidad entre resistencia al aplastamiento y rigidez, por un lado, y desgarrabilidad por otro lado.

35 La presente invención tiene por objetivo evitar estos inconvenientes proponiendo un elemento de cable de fibras ópticas que pueda resistir al aplastamiento, eliminar prácticamente las pérdidas en atenuación de las fibras ópticas, permitir un acceso fácil a estas fibras ópticas, simplificando al mismo tiempo considerablemente el procedimiento de fabricación con el fin de reducir el coste de dicho elemento de cable óptico.

La invención tiene asimismo por objeto un cable óptico que comprende varios elementos de cable según la invención, así como un procedimiento de obtención de dicho elemento de cable óptico.

40 Así, la invención se refiere a un elemento de cable óptico auto-reforzado, según la reivindicación 1, que comprende una funda que rodea por lo menos una fibra óptica, estando esta funda realizada en un material termoplástico cuyo módulo de elasticidad es superior a 3 GPa y cuyo coeficiente de dilatación térmica es inferior a $10^{-5}/^{\circ}\text{C}$, no adhiriéndose dicha funda a dicha por lo menos una fibra óptica de la cual se puede separar fácilmente longitudinalmente, con el fin de permitir un acceso fácil a dicha por lo menos una fibra óptica.

45 Esta funda presenta la ventaja de poder ser hendida fácilmente, sin que el espesor sea un factor que limite la facilidad de acceso a las fibras. Sin embargo, por cuestiones de fragilidad y de contribución mecánica, este espesor no será jamás inferior a 0,1 mm.

50 Este elemento de cable presenta por lo tanto la ventaja de ser al mismo tiempo auto-reforzado, lo cual le permite resistir al aplastamiento y ser suficientemente rígido y fácilmente desgarrable, lo cual facilita el acceso a las fibras ópticas.

55 Este material termoplástico es una aleación de LCP-poliéster, siendo este poliéster PBT (polibutiltereftalato) o una aleación de LCP-PBT-PC (policarbonato).

Este elemento de cable puede comprender ventajosamente un producto de estanqueidad destinado a rellenar los intersticios entre las fibras ópticas.

60 Este producto de estanqueidad presentará ventajosamente un espesor inferior a 0,05 mm entre la funda y dichas fibras ópticas.

65 El elemento de cable según la invención puede comprender asimismo una capa suplementaria sobre dicha funda, estando esta capa formada por un material destinado a mejorar las prestaciones del elemento de cable en términos de coeficiente de fricción. Este material puede consistir en particular en PEHD o en un material a base de PBT o de PC, tal como se describe en el documento FR 2 857 641.

Por otra parte, se puede utilizar solo o en asociación con otros elementos del mismo tipo. En este caso, estando ya auto-reforzados todos estos elementos de cable, la envolvente exterior que los rodea no comprende necesariamente ninguna estructura reforzada.

5 Esto permite disponer de un cable óptico que comprende un número importante de fibras ópticas, sin necesitar ninguna estructura reforzada, lo cual simplifica la fabricación y reduce el coste de obtención de este cable.

La invención tiene asimismo por objeto un procedimiento de fabricación de un elemento de cable de acuerdo con la invención que comprende por lo tanto una funda que rodea por lo menos una fibra óptica.

10 Este procedimiento, según la reivindicación 7, consiste en formar esta funda sobre una fibra óptica o un haz de fibras ópticas por extrusión en compresión de un material termoplástico cuyo módulo de elasticidad es superior a 3 GPa, cuya viscosidad está comprendida entre 10 y 100 Pa·s para unos cizallamientos que van hasta 10000/s en el intervalo de temperatura comprendido entre 250 y 290°C, y que tiene una contracción posterior de 0,1%, de tal manera que el material se reparte sobre la superficie exterior de dicha por lo menos una fibra óptica sin adherirse a la misma y se solidifica alrededor de dicha por lo menos una fibra óptica, sin generar ninguna presión ni tensión.

15 Este material termoplástico es una aleación de LCP-poliéster, siendo este poliéster PBT (polibutiltereftalato) o una aleación de LCP-PBT-PC (policarbonato).

20 En una forma particular de realización, el procedimiento comprende una etapa previa que consiste en introducir un producto de estanqueidad que rellenará los intersticios entre las fibras ópticas. Este producto de estanqueidad no altera en nada las características del elemento de cable y, si está presente entre la funda y las fibras ópticas, presentará ventajosamente un espesor inferior a 0,05 mm.

25 Una etapa ulterior consiste en formar, sobre dicha funda, una capa suplementaria de un material que mejora las prestaciones en términos de coeficiente de fricción.

30 La invención se comprenderá mejor y otros objetivos, ventajas y características de la misma se pondrán más claramente de manifiesto a partir de la lectura de la descripción siguiente, realizada haciendo referencia a las figuras adjuntas, en las que:

- 35 - la figura 1 representa esquemáticamente y en sección transversal, un ejemplo de elemento de cable según la invención,
- la figura 2 es una fotografía que ilustra la noción de separabilidad longitudinal de la funda del elemento de cable según la invención.

40 La figura 1 ilustra un elemento de cable 1 según la invención, que comprende siete fibras ópticas referenciadas 2.

Este elemento de cable se obtiene formando una funda 3 sobre las fibras ópticas por extrusión en compresión de un material termoplástico particular.

45 Este material es un polímero de cristales líquidos que presenta una viscosidad comprendida entre 10 y 100 Pa·s para unos cizallamientos que van hasta 10000/s en un intervalo de temperatura comprendido entre 250 y 290°C. Se trata por lo tanto de un material poco viscoso en el momento de la extrusión.

50 Esta viscosidad le permite repartirse sobre el perímetro de las fibras y cristalizarse o solidificarse rápidamente en contacto con las fibras coincidiendo con su contorno sin necesitar ninguna presión de extrusión excesiva que podría generar unas tensiones sobre las fibras ópticas.

55 Se entiende que cuando el elemento de cable óptico comprende solamente una única fibra óptica, el material que constituye la funda 3 rodea completamente la fibra óptica. Sin embargo, cuando este elemento de cable comprende varias fibras ópticas, como se ilustra en la figura 1, el material envuelve sólo parcialmente las fibras ópticas y puede asimismo no entrar en absoluto en contacto con algunas fibras ópticas, como la referenciada 20 que se sitúa en el centro del haz de fibras ópticas.

60 La baja viscosidad del material le permite coincidir con la forma exterior del ensamblaje ya comprenda éste sólo unas fibras ópticas o unas fibras ópticas y un material de estanqueidad.

Sin embargo, se constata que el material no penetra prácticamente en el interior del haz de fibras ópticas debido a la rapidez del material para solidificarse, lo cual hace ulteriormente que la funda sea fácilmente separable longitudinalmente.

65 Por otra parte, este material no crea tensiones excesivas durante la fase de enfriamiento después del paso por el cabezal de extrusión, en la medida en que presenta una contracción posterior muy baja, típicamente inferior al 0,1%.

Se puede adelantar una explicación en lo referente a la debilidad de las tensiones que se generan en las fibras ópticas del elemento de cable según la invención.

5 Si se interesa, por ejemplo, en la fibra óptica 21 que está situada en la periferia del haz de fibras, se constata que la superficie de contacto entre la fibra óptica 21 y la funda 3, materializada por el trazo grueso referenciado S, es relativamente importante ya que representa más de la mitad de la superficie exterior de la fibra.

10 Se comprende que, en otra estructura de cable, tal como se describe en el documento EP 0 157 610, la funda que rodea el haz de fibras es una funda fina, de espesor constante. Está, en la práctica, "tensada" sobre el haz de fibras. Su superficie de contacto con las fibras ópticas situadas en la periferia del haz de fibras es por lo tanto necesariamente inferior a la superficie S identificada en la figura 1.

15 Por lo tanto, se puede deducir que, ejerciendo la funda una cierta fuerza sobre el haz de fibras ópticas, la presión resultante sobre las fibras es menos importante en el caso del elemento de cable según la invención que para la estructura descrita por el documento EP 0 157 610.

20 En efecto, en el caso de la invención, esta fuerza está repartida sobre una superficie más importante y genera por lo tanto una presión menos importante sobre las fibras ópticas.

Además, el material utilizado para realizar la funda no genera ninguna pérdida óptica ya que su coeficiente de dilatación es inferior a $10^{-5}/^{\circ}\text{C}$, y típicamente de aproximadamente $4 \cdot 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$. Este material es por lo tanto poco sensible a las diferencias de temperatura.

25 Permite evitar las pérdidas en ciclado térmico, caracterizado típicamente por unas variaciones de temperaturas por etapas entre -30°C y $+60^{\circ}\text{C}$ por ejemplo y en el tiempo.

Por otra parte, se constata que, después de la extrusión, la funda no se adhiere a las fibras ópticas.

30 Por el contrario, se constata que se crea una piel superficial cuando el material se solidifica, lo cual facilita el desprendimiento de la funda con respecto a las fibras.

35 El elemento de cable obtenido presenta un módulo de elasticidad elevado que es superior a 3 GPa y que puede ser incluso del orden de 10 GPa. El módulo no depende del espesor. Por el contrario, la rigidez del elemento puede ser mejorada por un espesor más importante de la funda.

Conviene precisar en este caso que el módulo de elasticidad al que se refiere la presente solicitud es el módulo de elasticidad longitudinal.

40 Así, este módulo de elasticidad importante confiere al elemento de cable según la invención una resistencia al aplastamiento que facilita su ensamblaje en unas estructuras de cable innovadoras y que permite su utilización directa como cable óptico, el cual puede entonces ser instalado en un conducto por ejemplo mediante empuje.

45 Se han realizado numerosos ensayos para verificar que la funda era fácilmente separable longitudinalmente del haz de fibras.

En la práctica, la funda se separa fácilmente de las fibras ópticas ya que se rasga bajo la influencia de las fibras que están presentes longitudinalmente en el interior de la funda.

50 En la medida en la que esta última no se adhiere a las fibras ópticas, la fisura de la funda, obtenida sin herramienta, se propaga de manera rectilínea en una longitud importante del elemento de cable óptico según la invención.

Los ensayos han mostrado que la capacidad de la funda para ser separada longitudinalmente de las fibras se acentuaba cuando el material constitutivo de la funda era una aleación de polímeros de cristales líquidos y de PBT.

55 En este sentido, se ha avanzado la explicación siguiente. Un polímero de cristales líquidos presenta un aspecto fibroso que permite un desgarro longitudinal. Sin embargo, se constata que las fibras están íntimamente unidas entre sí, lo cual puede en ciertos casos entorpecer la apertura de la funda en una gran longitud. En efecto, una de las dos partes de la funda abierta tiende frecuentemente a adelgazarse.

60 Este inconveniente desaparece casi totalmente cuando el material es una aleación de LCP-PBT, ya que en este caso, las fibras del material están embebidas en una matriz.

65 En efecto, el material de aleación de LCP-PBT que entra en contacto con la fibra no se adhiere a ésta. Se crea en particular una piel superficial cuando el material cuaja, lo cual facilita el desprendimiento de la funda con respecto a las fibras.

La figura 2 es una fotografía de un elemento de cable óptico en el que se ha separado longitudinalmente la funda para acceder fácilmente a las fibras.

5 Es el aspecto fibroso de las aleaciones LCP-PBT lo que permite separar longitudinalmente la funda en dos partes sin utilizar una herramienta específica.

Además, la utilización de una aleación de tipo LCP-PBT permite realizar un ahorro importante en términos de coste con respecto a la utilización de LCP puro.

10 Permiten asimismo utilizar unas velocidades de extrusión más elevadas que con LCP puro, lo cual reduce el coste de fabricación de los elementos de cable óptico según la invención.

15 Así, el elemento de cable según la invención necesita sólo una única etapa de fabricación, presentando al mismo tiempo una resistencia al aplastamiento que le permite ser utilizado tal cual, sin que sea necesario agregar una funda o una estructura reforzada complementaria.

20 El coste de fabricación se reduce por lo tanto notablemente, sobre todo porque se utiliza, como material constitutivo de la funda, una aleación LCP-PBT.

El elemento de cable óptico obtenido es de gran compacidad, calidad que buscan obtener sistemáticamente tanto los fabricantes de cables como los instaladores.

25 Por último, el acceso a las fibras ópticas resulta extremadamente fácil, ya que basta con rasgar -durante varios metros- la funda del elemento de cable óptico con la mano sin que sea necesaria ninguna herramienta.

En algunos casos, puede ser oportuno añadir una etapa de fabricación complementaria.

30 Se puede prever introducir un producto de estanqueidad sobre las fibras ópticas, antes de la realización de la funda por extrusión en compresión.

35 Este producto de estanqueidad no estorba en absoluto a la extrusión del LCP sobre las fibras ópticas. Las fibras ópticas se impregnan con este producto antes de la extrusión del LCP, y su objetivo es rellenar todos los intersticios comprendidos entre las fibras ópticas.

Asimismo, para ciertas aplicaciones, puede estar previsto realizar una etapa complementaria después de la formación de la funda.

40 Se trata entonces de formar una funda de un material destinado a mejorar las prestaciones del elemento de cable óptico en términos de coeficiente de fricción. Este material puede consistir en particular en PEHD o en un material a base de PBT y de PC tal como se ha descrito en el documento FR 2 857 641.

45 Evidentemente, el elemento de cable según la invención no está limitado al ejemplo ilustrado en la figura 1. Podría comprender una sola fibra óptica, en cuyo caso la funda rodearía completamente la única fibra óptica. Podría asimismo comprender un número diferente de fibras ópticas.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Elemento de cable óptico auto-reforzado que comprende una funda (3) que rodea por lo menos una fibra óptica (2, 20, 21), caracterizado porque la funda (3) está realizada en un material que comprende una aleación de polímeros de cristales líquidos LCP y de polibutiltereftalato PBT, cuyo módulo de elasticidad longitudinal es superior a 3 GPa, cuyo coeficiente de dilatación térmico es inferior a $10^{-5}/^{\circ}\text{C}$ y que presenta una viscosidad de entre 10 y 100 Pa-s para unos cizallamientos inferiores o iguales a 10000/s en un intervalo de temperaturas comprendido entre 250 y 290°C, estando dicha funda (3) repartida sobre el perímetro de dichas fibras y coincide con el contorno de las fibras sin adherirse a las fibras ópticas de las cuales es fácilmente separable longitudinalmente, con el fin de permitir un acceso fácil a las fibras.
- 10
2. Elemento de cable óptico según la reivindicación 1, en el que dicha funda presenta un espesor superior a 0,1 mm.
- 15 3. Elemento de cable óptico según la reivindicación 1 o 2, en el que el material que constituye la funda es una aleación LCP-PBT-PC (policarbonato).
4. Elemento de cable óptico según una de las reivindicaciones anteriores, en el que el producto de estanqueidad presente entre dichas fibras ópticas y dicha funda posee un espesor inferior a 0,05 mm.
- 20 5. Elemento de cable óptico según una de las reivindicaciones 1 a 4 que comprende, sobre dicha funda, una capa suplementaria de un material que mejora las prestaciones del elemento de cable en términos de coeficiente de fricción.
- 25 6. Cable óptico que comprende varios elementos de cable según una de las reivindicaciones 1 a 5, extendiéndose estos elementos en una envoltura exterior desprovista de estructura reforzada.
- 30 7. Procedimiento de fabricación de un elemento de cable óptico según una de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque consiste en formar una funda sobre una fibra óptica o sobre un haz de fibras ópticas por extrusión en compresión de una aleación de polímeros de cristales líquidos LCP y de polibutiltereftalato PBT cuyo módulo de elasticidad longitudinal es superior a 3 GPa, cuya viscosidad está comprendida entre 10 y 100 Pa-s para unos cizallamientos que alcanzan hasta 10000/s para una temperatura comprendida entre 250 y 290°C, cuya contracción posterior es del 0,1%, de tal manera que el material se reparte sobre la superficie exterior de dicha fibra óptica o de dicho haz de fibras ópticas sin adherirse a la misma y se solidifica alrededor de dicha fibra óptica o de dicho haz de fibras ópticas, sin generar ninguna presión ni tensión.
- 35 8. Procedimiento según la reivindicación 7, en el que el material que constituye la funda es una aleación LCP-PBT-PC (policarbonato).
- 40 9. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 8, que comprende una etapa previa que consiste en introducir un producto de estanqueidad que rellenará los intersticios entre las fibras ópticas.
- 45 10. Procedimiento según la reivindicación 9, en el que el producto de estanqueidad presente entre las fibras ópticas y la funda presenta un espesor inferior a 0,05 mm.
11. Procedimiento según una de las reivindicaciones 7 a 10, que comprende una etapa ulterior que consiste en formar, sobre dicha funda, una capa suplementaria de un material que mejora las prestaciones en términos de coeficiente de fricción.

FIG. 1

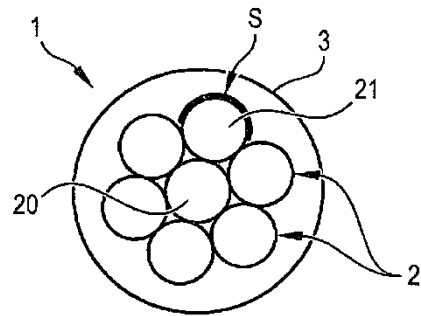


FIG. 2

