



(19)



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 322 139**

(51) Int. Cl.:

**G02B 6/44** (2006.01)

**G02B 6/38** (2006.01)

**H02G 1/14** (2006.01)

(12)

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

(96) Número de solicitud europea: **02791656 .8**

(96) Fecha de presentación : **30.10.2002**

(97) Número de publicación de la solicitud: **1556724**

(97) Fecha de publicación de la solicitud: **27.07.2005**

(54) Título: **Cable de telecomunicaciones que comprende un núcleo óptico unido y procedimiento para la unión de dicho núcleo.**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**17.06.2009**

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**17.06.2009**

(73) Titular/es: **Prysmian S.p.A.**  
**Viale Sarca 222**  
**20126 Milano, IT**

(72) Inventor/es: **Cecchi, Feliciano;**  
**Ginocchio, Alessandro;**  
**Romanini, Nunzio y**  
**Brandi, Giovanni**

(74) Agente: **Ponti Sales, Adelaida**

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 que comprende un núcleo óptico unido y procedimiento para la unión de dicho núcleo.

**Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un cable de telecomunicaciones comprende un núcleo óptico y a un procedimiento respectivo para unir dicho núcleo óptico. En particular, la invención se refiere un cable de telecomunicaciones submarino que comprende un núcleo óptico unido del tipo estanco.

**Técnica anterior**

Un cable óptico típicamente comprende un núcleo óptico que incorpora una pluralidad de fibras ópticas para la transmisión de señales ópticas y una o más capas de protección y/o refuerzo externas. El núcleo óptico, típicamente el adecuado para aplicaciones submarinas, es ventajosamente del tipo “estanco”, que comprende un elemento de soporte central y, alrededor del mismo, una o más capas de material de polímero en las cuales las fibras ópticas están integradas en una posición fija.

La fabricación de un cable óptico que incluye un núcleo de tipo estanco típicamente incluye por lo menos dos etapas. La primera etapa se refiere a la fabricación del núcleo óptico y comprende la extrusión de por lo menos una capa polimérica, que incrusta de manera estanca las fibras ópticas en una posición fija a lo largo de una circunferencia alrededor del elemento de soporte central. La segunda etapa incluye, como una única etapa o como una pluralidad de etapas separadas, la provisión de los diferentes tipos de capas de protección alrededor del núcleo óptico. La estructura y el procedimiento de fabricación de un cable óptico este tipo, particularmente para su uso como cable submarino, se describen por ejemplo en el documento WO 00/60393.

La fabricación de una longitud continua de un cable óptico está generalmente limitada mediante la longitud de fabricación continua máxima del núcleo óptico, que su está determinada por la capacidad de la longitud de los dispositivos y los aparatos utilizados para la fabricación del núcleo óptico, por ejemplo la capacidad de las bobinas para suministrar las fibras ópticas. La longitud de fabricación continua máxima de un núcleo óptico (indicado como una “sección” del núcleo óptico a partir de ahora) es típicamente de aproximadamente 50 km y puede llegar hasta aproximadamente 100 km en algunos casos particulares. Además, debido a posibles accidentes durante la fabricación del núcleo óptico (por ejemplo la rotura de las fibras ópticas), puede suceder que se produzcan longitudes incluso más cortas de núcleo óptico, que sin embargo se valoran en utilizarse para la fabricación de un cable óptico.

En la actualidad, dos o más secciones del núcleo óptico así producido se utilizan entonces para la fabricación de secciones respectivas un cable óptico, cuyas secciones es necesario que se monten a continuación juntas para obtener las longitudes deseadas de cable a instalar (por ejemplo hasta 300-400 km para sistemas no amplificados). Esta operación de montaje posterior a la fabricación, realizada al final del proceso de fabricación, se realiza mediante una caja de unión, donde los diferentes elementos del cable óptico se unen juntos y que tienen generalmente unas dimensiones mucho mayores respecto al cable, introduciendo así un elemento de rigidez en estructura total del cable.

Una unión de cable submarino adaptada para unir los extremos un cable óptico submarino se describe, por ejemplo, en el documento US 4784459.

El documento US 5093048 describe un procedimiento y un aparato para volver a enfundar un cable óptico de fibras empalmadas. Según este documento, la porción de cable que comprende el área empalmada que se ha de volver a enfundar (y tiene una longitud de tres pulgadas) se coloca en el interior de un molde transparente estático de dos partes. Se inyecta epoxi que se cura con la luz al interior del molde para el área del empalme y a continuación se hace que se cure. El molde se abre a continuación y se retira el cable que se ha vuelto a enfundar. Adicionalmente se puede aplicar un tubo que se encoge térmicamente sobre la cuestión que se ha vuelto a enfundar. La porción que se ha vuelto a enfundar resultante tiene una elasticidad y una integridad estructural suficientes para funcionar como el material del enfundado original, particularmente para enrollarse y retirarse en bobinas.

El documento WO 01/46080 describe un procedimiento y un dispositivo para recubrir un componente de fibra óptica del cual se ha retirado el recubrimiento externo. El dispositivo comprende un molde de recubrimiento, un par de elementos de fijación para retener el componente en una posición rectilínea y un dispositivo para el movimiento del molde y el componente de fibra óptica entre sí, lo cual permite que el molde pase a lo largo de toda la longitud del componente colocado en la posición rectilínea.

El solicitante ha encontrado ahora un procedimiento para unir diferentes secciones de un núcleo óptico del tipo estanco, cuyo procedimiento permite obtener una sección unida que tiene sustancialmente el mismo diámetro que la del núcleo óptico. El núcleo unido así obtenido permite por lo tanto la fabricación de latitudes sustanciales de dicho cable sin la necesidad de introducir elementos de discontinuidad en la estructura del cable, tal como las cajas de unión.

## Descripción de la invención

Un aspecto de la presente invención se refiere a un procedimiento para la unión de una primera sección de un núcleo óptico para un cable de telecomunicaciones con una segunda sección de un núcleo óptico de un cable de telecomunicaciones, teniendo dichos primer y segundo núcleos ópticos substancialmente un mismo diámetro predeterminado y comprendiendo respectivamente un elemento de refuerzo central, una pluralidad de fibras ópticas y un material polimérico termoplástico dispuesto alrededor de dicho elemento de refuerzo y que encajan dichas fibras ópticas, en el que dicho procedimiento comprende:

- retirar el material polimérico para una longitud predeterminada en un extremo respectivo de dichas primera y segunda secciones, para exponer una porción respectivo de dichas dos modalidades de fibras ópticas y de dichos dos elementos de refuerzo;

- empalmar las respectivas porciones expuestas de dichas pluralidad de fibras ópticas y unir las dos porciones expuestas de los dos elementos de refuerzo respectivos, obteniendo así una longitud de un conjunto formado mediante dichas porciones empalmadas expuestas de fibras ópticas y mediante dichas porciones expuestas del elemento de refuerzo unido, teniendo dicha conjunto una longitud de entre aproximadamente 80 y 120 cm;

- proporcionar una composición de recubrimiento líquida que se puede curar mediante radiación a lo largo de toda la longitud de dicho conjunto;

- curar dicha composición de recubrimiento que se puede curar mediante radiación, para obtener un elemento alargado de un material polimérico curado que encaja dichas fibras ópticas y dicho elemento de refuerzo, teniendo dicho elemento alargado sustancialmente el mismo diámetro que el diámetro predeterminado de dichas primera y segunda secciones del núcleo óptico;

en el que dicha etapa de proporcionar una composición de recubrimiento líquida que se puede curar mediante radiación se realiza atravesando un dispositivo de recubrimiento lo largo de la longitud de dicho conjunto desde un primer extremo a un segundo extremo del mismo.

Según una realización preferida, dicha composición de recubrimiento se proporciona mediante un dispositivo de recubrimiento desplazable, que se atraviesa a lo largo de la longitud de dicho conjunto desde un primer extremo a un segundo extremo del mismo.

Otro aspecto de la presente invención se refiere a un núcleo óptico para un cable de telecomunicaciones, que comprende:

- una primera sección y una segunda sección, teniendo dicha primera y segunda secciones sustancialmente un mismo diámetro predeterminado y comprendiendo respectivamente un elemento de refuerzo central, una pluralidad de fibras ópticas y un material polimérico termoplástico dispuesto alrededor de dicho elemento de refuerzo y encajando dichas fibras ópticas;

- una tercera sección, dispuesta entre dichas primera y segunda secciones y que comprende un empalme entre dichas pluralidad de fibras ópticas y una unión entre los elementos de refuerzo de dichas respectivas primera y segunda secciones;

en el que dicha tercera sección comprende un material polimérico curado dispuesto alrededor y que encaja dicho elemento de refuerzo unido y dichas fibras ópticas empalmadas, teniendo dicha tercera sección sustancialmente el mismo diámetro que el diámetro predeterminado de dicha primera y segunda secciones del núcleo óptico y una longitud entre aproximadamente 80 y 120 cm.

Otro aspecto de la presente invención se refiere a un cable óptico que comprende un núcleo óptico tal como se define en una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.

En la presente descripción y en las reivindicaciones, el término “substancialmente mismo diámetro” cuando se refiere al diámetro de la unión o al diámetro de una sección de un núcleo óptico, comparado con el diámetro de una (u otra) sección de un núcleo óptico, está pensado para abarcar cualquier diámetro que sea igual o unas pocas décimas de milímetro mayor que el diámetro de dicho (otro) núcleo óptico. La diferencia ha de ser lo suficientemente baja, para permitir la aplicación de las capas de protección externas (por ejemplo armadura con alambres de acero) sin ninguna interferencia entre el núcleo óptico y las capas de protección para evitar daños al núcleo óptico. La diferencia entre los diámetros es típicamente menor de 0,3 mm, preferiblemente menor de 0,20 mm, más preferiblemente menor de 0,15 mm.

## Breve descripción de los dibujos

La figura 1 muestra una vista en sección transversal de un núcleo óptico;

La figura 2 muestra dos secciones unidas de un núcleo óptico antes de su recubrimiento;

## ES 2 322 139 T3

La figura 3 muestra un aparato para realizar el procedimiento de la invención;

La figura 4 muestra un detalle del molde del aparato de la figura 3;

5 La figura 5 muestra un ejemplo de un cable de telecomunicaciones submarino.

### Descripción de la invención

10 La figura 1 muestra una vista en sección transversal de un ejemplo de un núcleo óptico 101 que se puede unir de manera adecuada según el presente procedimiento.

El cable óptico 101 comprende un soporte central, típicamente un elemento de refuerzo central 104, recubierto con una capa polimérica termoplástica 103. El elemento de refuerzo central puede ser, por ejemplo, un alambre de metal, por ejemplo de acero. Ejemplos de polímeros adecuados para el recubrimiento del elemento del refuerzo son resinas termoplásticas, tales como un poliéster elastomérico. Por ejemplo, se pueden utilizar los polímeros comercializados bajo el nombre comercial Hytrel®, por ejemplo Hytrel® 3548L (Du Pont).

Una pluralidad de fibras ópticas 102, con sus capas de recubrimiento respectivas (no representadas), típicamente de resina acrílica, están dispuestas longitudinalmente alrededor del elemento de refuerzo 104 y están completamente encapsuladas en el interior de la capa polimérica 103. El número de fibras ópticas puede ser, por ejemplo, entre 2 y 24, preferiblemente 6 a 12.

Según una realización preferida, el elemento de refuerzo es un alambre de acero con un diámetro de entre 0,5 y 0,7 mm, preferiblemente de aproximadamente 0,65 mm.

La capa polimérica 103 que en cápsula las fibras ópticas tiene un diámetro de entre 2,5 y 3 mm, preferiblemente 2,75 mm.

30 El núcleo óptico puede comprender una capa de protección adicional 105 de un material plástico, por ejemplo una funda de material termoplástico que tiene un espesor de aproximadamente 0,05-0,15 mm. El material termoplástico selecciona entre los conocidos en la técnica incluyendo, aunque la lista no es exhaustiva de ninguna manera, poliamida y polietileno y polipropileno.

35 Para unir dos secciones de un núcleo óptico 101 tal como se muestra en la figura 1 según el procedimiento de la presente invención, la secuencia de operaciones puede ser como sigue.

En primer lugar, el material polimérico termoplástico que integra las fibras ópticas y el elemento de refuerzo en las respectivas porciones de extremo de las dos secciones diferentes se retira según técnicas convencionales, por ejemplo mediante retirada manual y/o mediante fusión del material polimérico. Para permitir una fácil operación de unión, las fibras ópticas y del elemento de refuerzo de cada extremo se exponen para una longitud de entre aproximadamente 30 y aproximadamente 70 cm, típicamente aproximadamente 50 cm.

45 A continuación, las ópticas expuestas y el elemento de refuerzo de la primera sección se unen con las respectivas fibras ópticas expuestas y del elemento de refuerzo de la segunda sección.

El elemento de refuerzo se une mediante cualquier técnica convencional adecuada, por ejemplo mediante una abrazadera, por ejemplo una abrazadera de metal, preferiblemente de acero inoxidable, que se sujeta sobre los extremos respectivos de los dos elementos de refuerzo.

50 Las fibras ópticas que pueden empalmar juntas según cualquier técnica adecuada conocida en la técnica, tal como, por ejemplo, soldadura por fusión utilizando cualesquiera medios de empalme convencionales. Por ejemplo, se puede utilizar el soldador automático comercial 40F de Fujikura. La porción de vidrio de las fibras ópticas empalmadas se recubre a continuación como se conoce en la técnica, por ejemplo mediante la aplicación de una composición de recubrimiento que se pueden curar con rayos ultravioleta del tipo utilizado para el recubrimiento secundario de fibras ópticas, mediante la utilización de un dispositivo de recubrimiento convencional. Por ejemplo, se puede aplicar DeSolute® 900-111 de DSM como material de recubrimiento, mediante la utilización de un recubridor Ericsson EFR 1000.

60 Aunque es preferible primero calmar la pluralidad de fibras ópticas antes de proceder con la unión de los elementos de refuerzo, también se puede seguir el orden inverso del empalme/unión. La etapa de empalme/unión, sin embargo, preferiblemente resultaría en una deficiencia de la longitud de la fibra respecto a la longitud del elemento de refuerzo, para evitar posibles desplazamientos de las fibras durante la aplicación del material de recubrimiento. Esto significa que la longitud resultante de las fibras ópticas empalmadas es ligeramente más corta que la longitud del elemento de reporto unido, de manera que las fibras están sometidas a una ligera tensión. Típicamente, la longitud de las fibras ópticas empalmadas es entre aproximadamente el 0,01% y aproximadamente el 0,1% menor que la longitud del elemento de refuerzo unido.

## ES 2 322 139 T3

La figura 2 muestra las dos secciones unidas A y A' de un núcleo óptico después de las operaciones anteriores, antes de la aplicación de un recubrimiento polimérico 206 (representado mediante una línea de puntos) para completar la unión según el procedimiento de la presente invención. Tal como se muestra en la figura 2, después de que se han terminado las operaciones de empalme y unión anteriores, las respectivas porciones de extremo 201 y 201' de las dos secciones del núcleo óptico se conectan entre sí a través del conjunto 205 que consiste en las respectivas porciones expuestas del elemento de refuerzo unido 202 (ilustrado también con la abrazadera de acero inoxidable 204 sujeta utilizada para la unión) y de las fibras ópticas empalmadas 203. El conjunto 205 y el recubrimiento polimérico 206 definen así la sección de unión 207 del núcleo óptico 101.

La longitud de la pluralidad de fibras ópticas 203 expuestas y del elemento de refuerzo 202 es de aproximadamente 80-120 cm.

La composición líquida que se puede curar que se aplica sobre las fibras expuestas y el elemento de refuerzo para formar el recubrimiento polimérico 206 debe tener preferiblemente, a la temperatura de aplicación, típicamente 25°C, una viscosidad suficientemente alta para evitar fenómenos de goteo durante su aplicación. Por otra parte, dicha viscosidad no debe ser excesivamente alta, para permitir que la composición fluya de manera adecuada a través de los conductos del dispositivo de aplicación y para encajar completamente las fibras y el elemento de refuerzo. Preferiblemente, dicha composición de recubrimiento tendrá así una viscosidad a 25°C de por lo menos 1 Pas, preferiblemente de por lo menos 5 Pas. Dicha viscosidad es preferiblemente no mayor de 100 Pas, más preferiblemente no mayor de 50 Pas. Según una realización preferida, dicha viscosidad es de aproximadamente 10 Pas. Dicha viscosidad se mide mediante un viscosímetro Bohlin en una configuración de placa a placa, de 40 mm de diámetro, índice de cizalladura  $1 \text{ s}^{-1}$ .

Típicamente, la composición líquida que se puede curar que se aplica sobre las fibras expuestas y el elemento de refuerzo es una composición de recubrimiento con base acrílica que comprende por lo menos un oligómero con grupos terminales de acrilato o metacrilato, por lo menos un monómero diluyente acrílico y por lo menos un fotoiniciador.

El oligómero representa generalmente el 40-80% de la formulación en peso y puede ser, por ejemplo, un poliuretanoacrilato, un epoxiacrilato o mezclas de los mismos.

El monómero diluyente del tipo acrílico representa el 20-50% y tiene una estructura compatible con la del oligómero. El monómero diluyente puede contener una estructura de alquilo, tal como isobomilacrilato, hexanediacrilato, dicitlopentadieno-acrilato, trimetilolpropano-triacrilato, o aromático tal como nonilfenileteracrilato, polietilenglicol-fenileteracrilato y derivados acrílicos de bisfenol A.

Uno o más fotoiniciadores, tal como aquellos comúnmente conocidos en la técnica, se añaden preferiblemente a la composición. Otros aditivos, tal como inhibidores que inhiben la polimerización mediante el efecto de la temperatura, estabilizadores de luz, agentes de nivelación y promotores de separación también se pueden añadir.

Una formulación típica de una composición de recubrimiento que se puede curar comprende aproximadamente un 40-70% de poliuretanoacrilato, epoxiacrilato o sus mezclas, aproximadamente un 30-50% de monómero diluyente, aproximadamente un 1-5% de fotoiniciador y aproximadamente un 0,5-5% de otros aditivos.

Una vez curado, el recubrimiento polimérico tiene preferiblemente un módulo de elasticidad E' a 25°C comparable con el del material polimérico que forma el núcleo óptico. Preferiblemente, dicho módulo no es inferior aproximadamente 1/3 del módulo del material termoplástico, más preferiblemente no inferior a aproximadamente 1/2 de dicho módulo. Además, el módulo del recubrimiento polimérico curado es preferiblemente no mayor de aproximadamente cinco veces el módulo del material termoplástico, más preferiblemente no mayor de aproximadamente tres veces. Por ejemplo, cuando el material que forma el núcleo óptico es un polímero termoplástico que tiene módulo de elasticidad de aproximadamente 30 MPa a 25°C (tal como Hytrel® 3548L), el módulo de elasticidad a 25°C del material polimérico curado que forma la unión puede ser de entre aproximadamente 10 MPa y aproximadamente 150 MPa, preferiblemente entre 20 y aproximadamente 90 MPa. En el caso de que el núcleo óptico unido se utilice para la fabricación de un cable de telecomunicaciones submarino, que tiene típicamente una temperatura operativa de entre 0°C y aproximadamente 20°C, es preferible que dicho módulo de elasticidad permanezca por debajo de aproximadamente 1000 MPa a lo largo de la totalidad de dicho rango de temperatura, más preferiblemente menor de aproximadamente 800 MPa, y mucho más preferiblemente no mayor de aproximadamente 600 MPa.

El módulo de elasticidad anterior es el módulo de tracción del material medido utilizando un aparato DMTA (analizador térmico mecánico dinámico de Reometrics Inc.), en tracción, a una frecuencia de 1 Hz a un índice de calentamiento de 2°C/minuto.

Un ejemplo de una composición de recubrimiento líquido que se puede curar adecuada para su utilización en el procedimiento y la unión de la presente invención es DeSolute® 3471-9-41 (DSM).

La figura 3 muestra un aparato 301 adecuado para realizar un procedimiento de unión y para obtener un núcleo óptico unido según la invención. En particular, el presente procedimiento produce ventajosamente una unión que tiene substancialmente del mismo diámetro que el del núcleo óptico.

## ES 2 322 139 T3

Dicho aparato 301 está preferiblemente montado en una posición vertical y comprende un par de elementos de tensión 302 y 302', cada uno de los cuales está provisto de un elemento de fijación 304 y 304' respectivo, para la fijación del núcleo óptico unido.

El aparato también comprende un dispositivo de recubrimiento desplazable 310 para formar la unión. El dispositivo de recubrimiento comprende una corredera 305 que puede deslizarse sobre una guía 306 que acaba en correspondencia con el par de elementos de tensión 302.302'. Dicha guía es preferiblemente una guía de alta precisión (el error de paralelismo entre el plano de soporte y el plano sobre cuál se desliza la corredera no es mayor de  $\pm 5 \mu\text{m}$ ) con una longitud de aproximadamente 2 m.

Un molde 307 (representado en mayor detalle en la figura 4) está colocado sobre dicha corredera 305. El molde está conectado a un dispensador 308 para la composición de recubrimiento que se puede curar con radiación. Unas lámparas ultravioletas (UV) 309 están dispuestos en lados opuestos en la proximidad del molde 307 y son preferiblemente solidarias con la corredera 305.

La corredera 305 se acciona de manera adecuada mediante un motor (no representado) y se mueve a lo largo de la guía 306, preferiblemente a una velocidad controlada, desde un extremo al otro de la porción de fibras y el elemento de refuerzo que se recubre. Preferiblemente, la corredera se mueve mediante un tornillo sin fin accionado mediante un motor externo. El tornillo sin fin girar alrededor de sí mismo y provoca el movimiento de la corredera. Dicho motor es ventajosamente un motor de muy alta precisión que no provoca vibraciones, proporciona una velocidad constante, y alcanza la velocidad de trabajo con una aceleración constante cuando arranca y cuando se detiene. El valor de la aceleración puede predeterminar. Dichas características del motor evitan vibraciones o movimientos abruptos que podrían afectar de manera adversa la calidad del recubrimiento. Dependiendo de las propiedades reológicas de la composición de recubrimiento líquida (por ejemplo su viscosidad), el molde se mueve preferiblemente a lo largo de los elementos a recubrir a una velocidad de entre aproximadamente 0,1 y aproximadamente 1,5 m/minuto, más preferiblemente entre aproximadamente 0,3 m/minuto y aproximadamente 1,0 m/minuto.

La figura 4 muestra en detalle el molde 307, que comprende dos mitades 401 y 402, que son preferiblemente complementarias entre sí de tal manera que se pueden colocar en contacto entre sí para formar una cavidad interna longitudinal, a través de la cual se hace pasar a continuación el conjunto del elemento de refuerzo y las fibras ópticas durante el proceso de recubrimiento. El área central de la cavidad incluye una cámara 403 con una sección transversal cilíndrica para la acumulación del material que forma el recubrimiento, un canal de entrada 404 con una sección transversal circular para la inserción de las fibras ópticas y del elemento de refuerzo y un canal de salida 405 con una sección transversal circular a través de la cual sobresalen las fibras ópticas y el elemento de refuerzo recubiertos.

El molde también comprende un canal 407 que introduce el material líquido (proporcionado mediante el dispensador 308 mostrado en la figura 3) al interior de la cámara de acumulación.

Cada una de las dos mitades está preferiblemente hecha de material metálico, o más generalmente de un material que es prácticamente no deformable a altas temperaturas y que es capaz de evitar la entrada de luz ultravioleta al interior del molde.

Los canales de entrada y salida 404 y 405 son coaxiales respecto a un mismo eje, identificado mediante la letra X en la figura 4, de tal manera que el conjunto de las fibras ópticas y el elemento de refuerzo se mantiene en una posición substancialmente rectilínea. El canal de entrada 404 tiene preferiblemente un diámetro sustancialmente igual (es decir, igual o hasta aproximadamente 0,2 mm mayor) al diámetro del núcleo óptico, mientras que el canal de salida 405 tiene un diámetro ligeramente mayor que el diámetro del núcleo óptico, preferiblemente entre aproximadamente 0,1 y aproximadamente 0,3 mm mayor, para permitir un sobrecubrimiento de la porción solidaria del núcleo óptico. El canal de entrada 404 tiene también un ensanchamiento 406 que facilita la inserción del conjunto 205 en el interior del molde, para evitar un posicionamiento abrupto de las fibras, que podría provocar daños, o incluso la fractura de las fibras. De la misma manera, también el canal de salida 405 poder estar provisto de un ensanchamiento similar, para permitir una suave liberación del conjunto recubierto del molde.

El dispositivo mostrado en la figura 3 funciona de la siguiente manera.

Un núcleo óptico unido (por ejemplo el representado en la figura 2) se coloca en el interior del dispositivo mediante la fijación de las dos porciones de extremo solidarias 201 y 201' sobre los elementos de tensión 302 y 302' a través de los respectivos elementos de fijación 304 y 304'. Una vez se ha fijado el núcleo óptico, los elementos de tensión se separan, de manera que el elemento de refuerzo unido (y, en consecuencia, también las fibras ópticas empalmadas) del conjunto 205 permanecen bajo una ligera tensión durante el procedimiento de recubrimiento. Típicamente, se aplica una tensión de entre aproximadamente 5 kg y aproximadamente 10 kg al núcleo óptico, de manera que el elemento refuerzo se somete a una elongación de aproximadamente 0,05-0,1%. En el caso de que el núcleo óptico tenga una funda externa, como la funda 105 representada en la figura 1, se podrá retirar ventajosamente una longitud de aproximadamente 10-20 mm de dicha funda, para exponer el material termoplástico que incluye las fibras ópticas. En consecuencia, la porción final del núcleo óptico fijo 312 tiene un diámetro ligeramente reducido, que facilita la aplicación del material de recubrimiento en la interfaz entre el conjunto 205 que se ha de recubrir y la porción final del núcleo óptico solidario.

## ES 2 322 139 T3

La corredera 305 se coloca en un extremo de la guía 306. Una primera mitad del molde se coloca sobre dicha corredera de tal manera que el conjunto 205 se coloque exactamente a lo largo del eje. La segunda mitad del molde se coloca en contacto con la primera mitad para formar el molde completo. En esta condición, el conjunto se inserta completamente en el interior del molde, y el material líquido se libera mediante el dispensador 308 y pasa a través del canal 407 al interior de la cámara de acumulación 403 en el interior del molde, llenándolo completamente. En la salida del molde 307, el material de recubrimiento se somete a un curado mediante radiación mediante las dos lámparas ultravioletas 309, obteniendo así una unión que tiene substancialmente el mismo diámetro que el del núcleo óptico.

La figura 3 muestra una primera porción 311 del conjunto 205, que ya se ha recubierto mediante el dispositivo de recubrimiento 310, que se mueve en la dirección de la flecha. En las dos interfaces entre el conjunto y las dos porciones finales de los dos núcleos ópticos solidarios, el material de recubrimiento está preferiblemente superpuesto para una longitud de aproximadamente 10-20 mm y un espesor de aproximadamente 0,05-0,1 mm en el núcleo óptico solidario. Esta ligera superposición del material de recubrimiento sobre el núcleo óptico solidario permite sujetar el material de recubrimiento al núcleo óptico y evitar una posible discontinuidad del recubrimiento en las interfaces.

Según una realización de la presente invención, un elemento a modo de disco, indicado mediante el número 408 en la figura 4, que tiene una pluralidad de orificios para el paso a través de las fibras y el elemento de refuerzo, se puede insertar a lo largo del canal de entrada 404, para evitar un posible desplazamiento de las fibras ópticas y/o del elemento de refuerzo respecto a su respectiva posición rectilínea (por ejemplo debido a la presión provocada mediante el material líquido en la cámara de acumulación del molde), contribuyendo así a mantener la configuración espacial deseada de las fibras ópticas alrededor del elemento de refuerzo central. Éste disco se puede obtener ventajosamente mediante el corte de una sección transversal (por ejemplo de 2-3 mm de espesor) del núcleo óptico solidario, por ejemplo mediante la corte del extremo de uno de los dos núcleos ópticos solidarios después de su unión. El disco ha sido obtenido, preferiblemente desprovisto de la capa de recubrimiento externa, se hace deslizar a continuación alejándose del extremo solidario del núcleo óptico y colocado en el interior del molde, junto con el conjunto que se ha de recubrir, en correspondencia con la porción de salida del canal de entrada 404, tal como se indica mediante el número 408 en la figura 4. Cuando el molde, al final del proceso de recubrimiento, alcanza el extremo de la sección opuesta del núcleo óptico solidario, el disco se apoya en contacto con dicha porción solidaria y se recubre mediante el material de recubrimiento desde el molde.

El núcleo óptico unido así obtenido se puede utilizar de esta manera para la fabricación de una longitud substancial de un cable óptico, tal como el cable 501 mostrado en la figura 5.

El cable 501 tiene un eje 510 y comprende de una manera centrada del núcleo óptico 101 que es sustancialmente cilíndrico y, alrededor del mismo, una pluralidad de elementos de protección y refuerzo o capas 507, 512 y 513.

El núcleo óptico 101, descrito en detalle anteriormente con referencia a la figura 1 y unido según el procedimiento representado anteriormente, tiene un diámetro externo que es preferiblemente menor de 4 mm, típicamente de aproximadamente 3 mm.

Una pluralidad de elementos de refuerzo 507a, 507b y 507c, preferiblemente elementos a modo de hilo hechos de acero, están previstos alrededor del núcleo óptico 101. En el ejemplo mostrado en la figura 5, esta pluralidad de elementos o refuerzo comprende:

- un primer grupo de elementos de refuerzo 507a que tienen un primer diámetro y están dispuestos en contacto mutuo para proporcionar una estructura de autosoporte que define una primera capa de refuerzo 508 fuera del núcleo óptico 101;

- un segundo grupo de elementos de refuerzo 507b que tienen un segundo diámetro que es menor que el del primer grupo y están dispuestos fuera de los elementos del primer grupo 507a; y

- un tercer grupo de elementos de refuerzo 507c que tienen un tercer diámetro menor que el del segundo grupo y están dispuestos fuera que los elementos del primer grupo 507a y alternados con los elementos del segundo grupo 507b para definir, junto con estos últimos, una segunda capa de refuerzo 509 fuera de la capa de refuerzo 508.

Los elementos de refuerzo 507c están dispuestos en una posición angular correspondiente a la de los elementos de refuerzo 507a, de manera que la segunda capa de refuerzo 509 tiene una cubierta externa sustancialmente cilíndrica tangencial a los elementos de refuerzo 507b y a los elementos de refuerzo 507c.

El conjunto que consiste en las dos capas de refuerzo 508 y 509 define una estructura conocida la técnica como una estructura "Warrington".

Un revestimiento tubular 512, que está preferiblemente hecho de material metálico y más preferiblemente de cobre, rodea los elementos de refuerzo 507b, 507c de la segunda capa de refuerzo 509 y, junto con la estructura "Warrington" citada anteriormente, define una estructura de refuerzo que tiene características mecánicas tales como para proporcionar al cable 501 una alta resistencia a las tensiones mecánicas, en particular a la presión hidrostática presente en zonas profundas del mar. Además, el revestimiento 512 define un elemento eléctricamente conductor que se puede utilizar para alimentar eléctricamente repetidores de señal dispuestos en el sistema de telecomunicaciones.

del cual el cable 501 forma una parte. Finalmente, el revestimiento 512 permite que la parte más interna esté protegida de la humedad.

Alternativamente, los elementos de refuerzo se pueden colocar en otras configuraciones, es decir, en una o más filas, dependiendo de las condiciones de uso.

Establecimientos uno comprende, además, una capa 513 de material de polímero, preferiblemente polietileno, que está dispuesta fuera del revestimiento 512 y está diseñada para proporcionar un aislamiento eléctrico respecto al exterior.

Cuando no están presentes otros revestimientos, el diámetro externo de la capa 513 también define el diámetro externo del cable 501. La capa 513 puede, si es necesario, estar protegida mediante un revestimiento de banda de metal (no representado) o mediante uno o más revestimientos del tipo polímero (no representado) fuera del revestimiento de la capa de metal.

El cable 501 descrita anteriormente está típicamente diseñado para utilizarse hasta una profundidad máxima, en el mar, de aproximadamente 7000 m. En algunos casos, por ejemplo cuando se utiliza en agua de mar baja donde se realizan actividades de pesca, el cable 501 puede estar provisto de una armadura externa (no representado) que consiste en una o más capas de elementos de refuerzo cilíndricos que están preferiblemente hechos de acero y alternados con capas de material de polímero, por ejemplo polipropileno.

## Referencias citadas en la descripción

Esta lista de referencias citadas por el solicitante está prevista únicamente para ayudar al lector y no forma parte del documento de patente europea. Aunque se ha puesto el máximo cuidado en su realización, no se pueden excluir errores u omisiones y la OEP declina cualquier responsabilidad en este respecto.

## Documentos de patente citados en la descripción

- WO 0060393 A [0003]
- US 4784459 A [0006]
- US 5093048 A [0007]
- WO 0146080 A [0008]



## REIVINDICACIONES

1. Núcleo óptico para un cable de telecomunicaciones, que comprende:

- una primera sección y una segunda sección, teniendo dicha primera y segunda secciones sustancialmente un mismo diámetro predeterminado y comprendiendo respectivamente un elemento de refuerzo central, una pluralidad de fibras ópticas y un material polimérico termoplástico dispuesto alrededor de dicho elemento de refuerzo y encajando dichas fibras ópticas;

- una tercera sección, dispuesta entre dichas primera y segunda secciones y que comprende un empalme entre dichas pluralidad de fibras ópticas y una unión entre los elementos de refuerzo de dichas respectivas primera y segunda secciones;

en el que dicha tercera sección comprende un material polimérico curado dispuesto alrededor y que encaja dicho elemento de refuerzo unido y dichas fibras ópticas empalmadas, teniendo dicha tercera sección sustancialmente el mismo diámetro que el diámetro predeterminado de dicha primera y segunda secciones del núcleo óptico y una longitud entre aproximadamente 80 y 120 cm.

2. Núcleo óptico según la reivindicación 1, en el que dicho material polimérico curado tiene un módulo de elasticidad no menor de aproximadamente 1/3 del módulo de elasticidad de dicho material termoplástico.

3. Núcleo óptico según la reivindicación 1, en el que dicho material polimérico curado tiene un módulo de elasticidad no inferior a aproximadamente 1/2 del módulo de elasticidad de dicho material termoplástico.

4. Núcleo óptico según la reivindicación 1, en el que dicho material polimérico curado tiene un módulo de elasticidad no mayor de aproximadamente cinco veces el módulo de elasticidad de dicho material termoplástico.

5. Núcleo óptico según la reivindicación 1, en el que dicho material polimérico curado tiene un módulo de elasticidad no mayor de aproximadamente tres veces el módulo de elasticidad de dicho material termoplástico.

6. Cable óptico que comprende un núcleo óptico según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, y por lo menos una capa de protección dispuesta alrededor de dicho núcleo óptico.

7. Procedimiento para la unión de una primera sección de un núcleo óptico para un cable de telecomunicaciones con una segunda sección de un núcleo óptico de un cable de telecomunicaciones, teniendo dichos primer y segundo núcleos ópticos sustancialmente un mismo diámetro predeterminado y comprendiendo respectivamente un elemento de refuerzo central, una pluralidad de fibras ópticas y un material polimérico termoplástico dispuesto alrededor de dicho elemento de refuerzo y que encajan dichas fibras ópticas, en el que dicho procedimiento comprende:

- retirar el material polimérico para una longitud predeterminada en un extremo respectivo de dichas primera y segunda secciones, para exponer una porción respectivo de dichas dos modalidades de fibras ópticas y de dichos dos elementos de refuerzo;

- empalmar las respectivas porciones expuestas de dichas pluralidad de fibras ópticas y unir las dos porciones expuestas de los dos elementos de refuerzo respectivos, obteniendo así una longitud de un conjunto formado mediante dichas porciones empalmadas expuestas de fibras ópticas y mediante dichas porciones expuestas del elemento de refuerzo unido, teniendo dicho conjunto una longitud de entre aproximadamente 80 y 120 cm;

- proporcionar una composición de recubrimiento líquida que se puede curar mediante radiación a lo largo de toda la longitud de dicho conjunto;

- curar dicha composición de recubrimiento que se puede curar mediante radiación, para obtener un elemento alargado de un material polimérico curado que encaja dichas fibras ópticas y dicho elemento de refuerzo, teniendo dicho elemento alargado sustancialmente el mismo diámetro que el diámetro predeterminado de dichas primera y segunda secciones del núcleo óptico;

en el que dicha etapa de proporcionar una composición de recubrimiento líquida que se puede curar mediante radiación se realiza atravesando un dispositivo de recubrimiento lo largo de la longitud de dicho conjunto desde un primer extremo a un segundo extremo del mismo.

8. Procedimiento según la reivindicación 7, en el que dicha composición de recubrimiento tiene una viscosidad a 25°C de por lo menos 1 Pas.

9. Procedimiento según la reivindicación 7, en el que dicha composición de recubrimiento tiene una viscosidad a 25°C de por lo menos 5 Pas.

## ES 2 322 139 T3

10. Procedimiento según la reivindicación 7, en el que dicha composición de recubrimiento tiene una viscosidad a 25°C no mayor de 100 Pas.

5 11. Procedimiento según la reivindicación 7, en el que dicha composición de recubrimiento tiene una viscosidad a 25°C más preferiblemente no mayor de 50 Pas.

12. Procedimiento según la reivindicación 7, en el que en la longitud de las fibras ópticas empalmadas es entre aproximadamente un 0,01% y aproximadamente un 0,1% menor que la longitud del elemento de refuerzo.

10

15

20

25

30

35

40

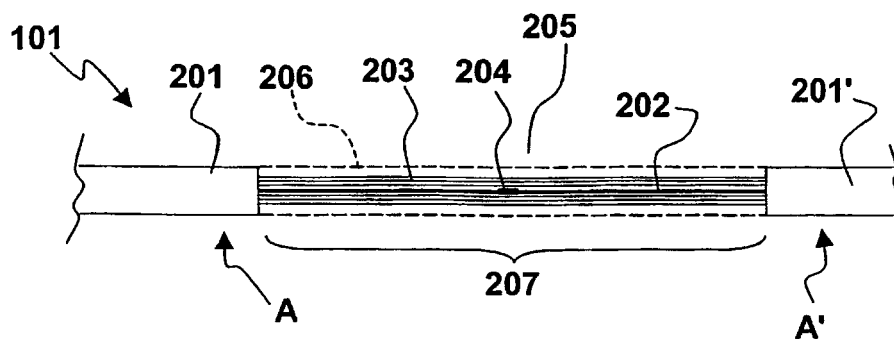
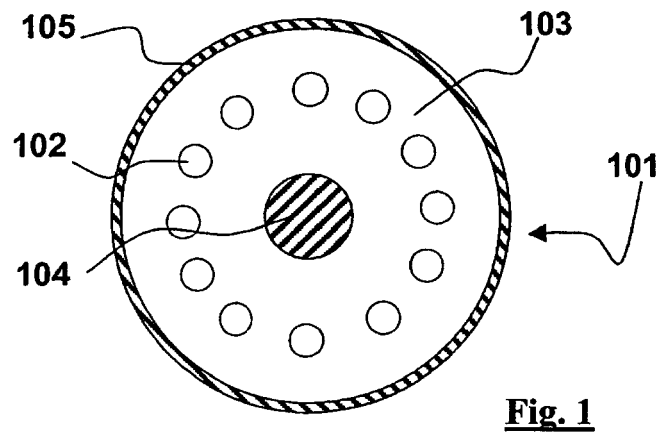
45

50

55

60

65



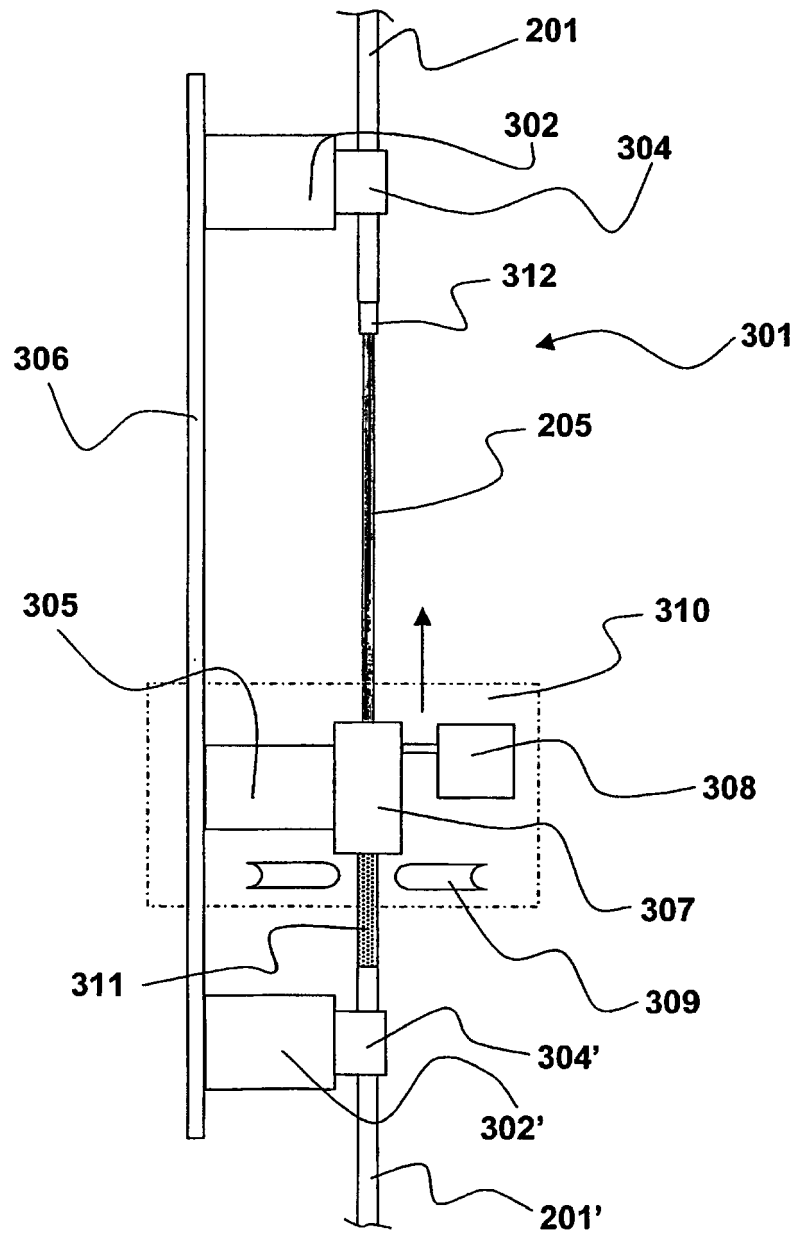
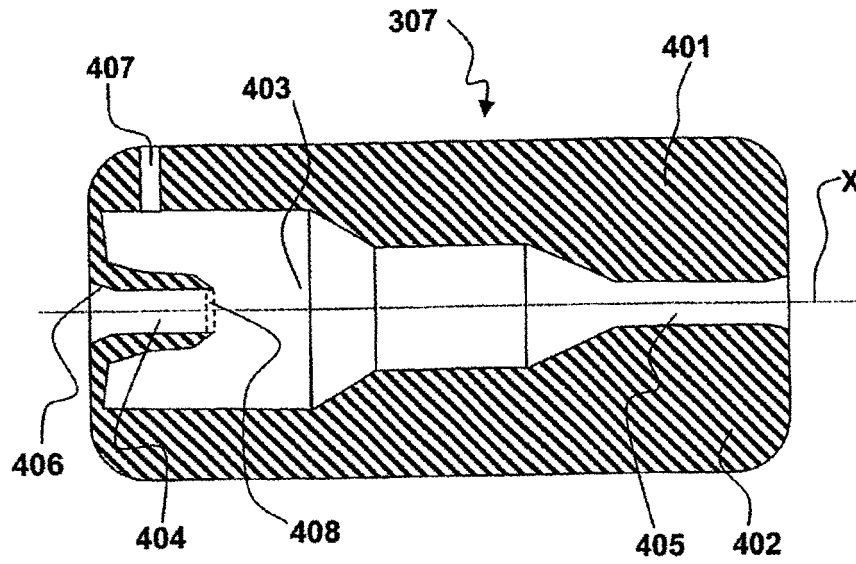
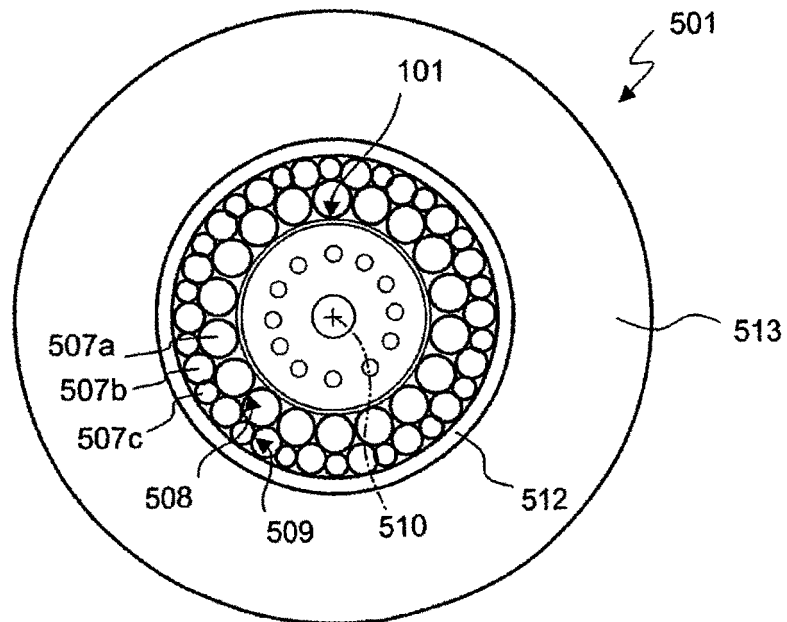


Fig. 3



**Fig. 4**



**Fig. 5**