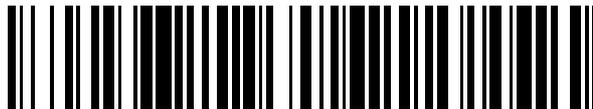


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 370 266**

51 Int. Cl.:
G02B 6/44

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **07015345 .7**

96 Fecha de presentación: **06.08.2007**

97 Número de publicación de la solicitud: **1887396**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **13.02.2008**

54 Título: **CABLE DE TELECOMUNICACIÓN DE FIBRA ÓPTICA.**

30 Prioridad:
08.08.2006 FR 0607219

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
14.12.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
14.12.2011

73 Titular/es:
**DRAKA COMTEQ B.V.
DE BOELELAAN 7
1083 HJ AMSTERDAM, NL**

72 Inventor/es:
Tatat, Olivier

74 Agente: **Arpe Fernández, Manuel**

ES 2 370 266 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 telecomunicación de fibra óptica

5 **[0001]** La presente invención se refiere al sector de las telecomunicaciones por fibra óptica, y más concretamente, a los cables que incorporan los denominados micromódulos, en los que las fibras ópticas se encuentran agrupadas formando una pluralidad de micromódulos, montados conjuntamente en un cable.

[0002] Se conocen los cables de fibra óptica, concretamente, gracias a los documentos FR-A-2665266 y FR-A-2706218, que comprenden diversos micromódulos de fibras ópticas, estando cada uno de los módulos de fibra óptica rodeado por una funda de sujeción que encierra varias fibras.

10 **[0003]** Por lo general, los cables de telecomunicación de fibra óptica suelen estar diseñados con la intención de tenderlos a través de canalizaciones de sistemas de transmisión urbanos de largo recorrido. Para permitir el tendido de un cable por el interior de una canalización, dicho cable debe tener un cierto grado de robustez para poder resistir las fuerzas mecánicas y de tracción que conlleva su tendido, así como una cierta flexibilidad, al menos en una dirección de curvado, para permitir su inserción en las canalizaciones del sistema. Asimismo, un cable de telecomunicación debe poder ser generalmente capaz de resistir las condiciones de uso a lo largo de un amplio rango de temperaturas, que posiblemente oscilen entre -40°C y $+60^{\circ}\text{C}$, lo que puede provocar dilataciones y compresiones de la funda del cable. Por lo tanto, se suelen añadir elementos de refuerzo al cable, que absorben las tensiones mecánicas a las que se ve sometido el cable y que por tanto protegen las fibras ópticas colocadas en el cable. Dichos elementos de refuerzo pueden encontrarse situados en el área central del cable o en su periferia. Los documentos WO-A-2006/034722 y WO-A-2006/034723, por ejemplo, describen unos cables con micromódulos que presentan dos elementos de refuerzo circulares situados longitudinalmente en la funda del cable que rodea los micromódulos.

25 **[0004]** El documento US 5050957 describe un cable de fibra óptica. Las fibras ópticas se encuentran situadas en un elemento tubular relleno con un compuesto de relleno. Una funda rodea el elemento tubular, y los elementos de refuerzo se encuentran dispuestos en la funda, contra el elemento tubular. El cable que se describe en este documento no es un cable con micromódulos. En uno de los ejemplos de este documento, los elementos de refuerzo siguen la periferia exterior del elemento tubular.

30 **[0005]** Los documentos US 5109457 y US 4844575 describen un cable de fibra óptica que comprende racimos de fibras montados y colocados en un elemento tubular relleno con un compuesto de relleno. El elemento tubular está rodeado por una funda y los elementos de refuerzo circulares se encuentran situados en la funda, contra el elemento tubular.

[0006] El documento WO 92/01962 describe un cable de fibra óptica que comprende al menos uno de los denominados paquetes de cintas de fibra óptica y al menos un elemento de refuerzo.

35 **[0007]** La solicitud de patente europea N^o EP 0968809 se refiere a un tubo de protección compuesto reforzado que comprende una matriz termoplástica alargada y extrudida, que contiene incorporados en su interior unos refuerzos alargados, sustancialmente continuos, en toda su longitud, entre sus paredes interiores y exteriores, pudiendo controlarse las propiedades de refuerzo seleccionando la proporción entre el área de la sección transversal A_r del refuerzo y el área de la sección transversal de la matriz A_m , variando la proporción entre A_m y A entre 5 a 1 y aproximadamente 100 a 1.

40 **[0008]** La solicitud de patente estadounidense US 2004/0114889 hace referencia a una cinta de fibra óptica que comprende:

- una pluralidad de fibras ópticas, alineadas en una fila;
 - un par de elementos de refuerzo, situados cada uno de ellos en el respectivo extremo de la línea,
 - una capa de revestimiento de la cinta dispuesta sobre las superficies superiores de las fibras ópticas y los elementos de refuerzo, para adherir las fibras ópticas a los elementos de refuerzo,
- 45 - en la que el tamaño y la forma del elemento de refuerzo son idénticos a los de al menos una fibra perteneciente a dicha pluralidad de fibras ópticas.

[0009] Los cables que se describen en estos documentos no son cables con micromódulos.

[0010] La figura 1 muestra un diagrama de un cable perteneciente a la técnica anterior, que incluye micromódulos, del tipo que se describe en los documentos anteriormente mencionados WO-A-2006/034722 y WO-A-2006/034723.

50 **[0011]** De una forma conocida, un cable de telecomunicación 1 incluye micromódulos 10, y cada uno de éstos comprende una pluralidad de fibras ópticas agrupadas conjuntamente. Aunque no se muestra en forma detallada en la figura 1, cada micromódulo 10 contiene varias fibras ópticas, que se encuentran envueltas en una funda de sujeción delgada y flexible. Un micromódulo 10 puede contener aproximadamente de 2 a 15 fibras. Las fundas de retención de los micromódulos 10 y los revestimientos de las fibras ópticas pueden colorearse para facilitar la

localización de las fibras en el cable, por ejemplo, para efectuar empalmes. Los micromódulos 10 se encuentran alojados en una cavidad central del cable 1. Una funda 20 rodea la cavidad central que recibe los micromódulos 10. La funda 20 del cable 1 puede ser polimérica, por lo general de polietileno, con una densidad que oscile, preferiblemente, entre 0,92 y 0,96 kg/m³, puede extrudirse en línea durante la fabricación del cable, a medida que las fibras se agrupan en los micromódulos 10. La funda 20 del cable 1 contiene elementos de refuerzo 50 con una forma circular. La funda 20 consiste de hecho en un material estanco a la humedad pero mecánicamente menos rígido y sensible a las variaciones de temperatura. Los elementos de refuerzo circulares 50, por tanto, se utilizan para limitar las deformaciones del cable provocadas por las fuerzas de tracción, por ejemplo, al tender el cable a través de una canalización, y para limitar las deformaciones debidas a la contracción y dilatación axial del cable cuando éste se ve sometido a grandes variaciones de temperatura, mediante la compensación de las fuerzas de compresión o dilatación inducidas por la funda.

[0012] Como se muestra en la figura 1, los elementos circulares de refuerzo 50 suelen estar dispuestos longitudinalmente en la funda 20, estando situados en posiciones diametralmente opuestas a ambos lados de la cavidad que contiene los micromódulos 10. Esta configuración de los elementos de refuerzo 50 permite definir un plano preferencial de flexión del cable, para permitir su inserción en los conductos del sistema de telecomunicaciones para el que está previsto.

[0013] Los elementos de refuerzo 50 que se encuentran integrados en el espesor de la funda 20 no deben situarse demasiado cerca de los micromódulos 10 para no inducir tensiones mecánicas en estos micromódulos 10 y las fibras ópticas; tampoco deben situarse demasiado cerca de la periferia exterior de la funda 20 para evitar que se dañen y garantizar un adecuado coeficiente de fricción al tender el cable 1 a través de los conductos. Por lo general, se considera que los elementos de refuerzo 50 deben situarse al menos a 0,3 mm y preferiblemente a 0,5 mm de distancia de la periferia exterior de la funda 20. Por lo tanto, las dimensiones del cable 1 dependen, entre otros factores, del tamaño de los elementos de refuerzo 50 que se encuentran integrados en la funda 20. Además, cuanto mayor sea el espesor de la funda 20, mayores serán las fuerzas de expansión y compresión causadas por las variaciones de temperatura, ya que el material de la funda es especialmente sensible a las variaciones de temperatura. Por lo tanto, de lo que se trata es de limitar el diámetro de los elementos de refuerzo 50 utilizados para reforzar la funda del cable 20 para limitar la cantidad de funda 20 utilizada, reduciendo de este modo el diámetro del cable 1 y sus costes de fabricación. Pero esta limitación del diámetro de los elementos de refuerzo 50 no debe provocar una compensación defectuosa de las tensiones mecánicas y térmicas provocadas por la dilatación y la compresión causadas por las variaciones de temperatura que puede experimentar el cable 1 cuando se utiliza.

[0014] El coeficiente de robustez de un cable puede definirse como la proporción entre el área de la sección transversal de los elementos de refuerzo y el área de la sección transversal de la funda. Cuando mayor sea este coeficiente de robustez, más capaz será el cable de resistir las tensiones mecánica y térmica; no obstante, este coeficiente se ve limitado por la necesidad de situar los elementos de refuerzo alejados de los micromódulos y de la periferia exterior del cable, como se ha explicado anteriormente.

[0015] La empresa SAGEM propuso la sustitución de cada uno de los elementos de refuerzo por dos elementos de refuerzo más pequeños, circulares y adyacentes. Esta solución se muestra en la figura 2 y se aplicó a un cable comercializado por SAGEM bajo el nombre comercial cable RGainee. Cada pareja de elementos de refuerzo circulares 60 de la figura 2 tiene sustancialmente la misma área de sección transversal que el elemento de refuerzo 50 de mayor tamaño de la figura 1, pero con un menor espesor de la funda 20, y por tanto, con un diámetro del cable 2 más reducido. Aunque esta solución permite limitar la cantidad de funda 20 utilizada en el cable, los costes de fabricación del cable 2 no están plenamente optimizados, ya que dos elementos de refuerzo 60 con un diámetro más reducido cuestan más que un solo elemento de refuerzo 50 de mayor diámetro. Además, resulta muy difícil insertar el material de la funda 20 entre los elementos circulares de un par de elementos de refuerzo 60 que pueden formar un recorrido para el agua entre los dos elementos de refuerzo circulares 60 de una pareja hasta llegar a la caja de empalmes.

[0016] Por lo tanto, es necesario disponer de un cable que presente un adecuado coeficiente de robustez con un diámetro total reducido para conseguir un espesor limitado de la funda, y que presente unas adecuadas propiedades de bloqueo del agua y unos reducidos costes de fabricación.

[0017] Con esta finalidad, la invención propone la utilización de dos elementos de refuerzo dispuestos longitudinalmente en la funda y situados en posiciones diametralmente opuestas a ambos lados de la cavidad que contiene los micromódulos, teniendo dichos elementos de refuerzo una sección transversal alargada para garantizar una gran sección transversal y un espesor inferior.

[0018] Más concretamente, la invención propone un cable de telecomunicación de fibra óptica, que comprende:

- una cavidad central longitudinal para recibir micromódulos agrupando conjuntamente fibras ópticas;
- una funda que rodea la cavidad central;
- dos elementos de refuerzo dispuestos longitudinalmente en la funda y que definen un eje de flexión del cable, atravesando dicho eje de flexión los dos elementos de refuerzo,

-teniendo cada uno de los elementos de refuerzo una sección transversal de forma alargada, con una altura perpendicular al eje de flexión y una anchura paralela al eje de flexión, siendo estrictamente la proporción entre altura y anchura de más de 1 y de no más de 1,75.

5 **[0019]** El elemento de refuerzo de acuerdo con la presente invención posee una forma no circular, por ejemplo, una forma oval, de circuito de carreras, o un rectángulo rebordeado por dos semi-círculos.

[0020] De acuerdo con las realizaciones, el cable de la invención puede comprender una o más de las siguientes características:

- la proporción entre altura y anchura de cada elemento de refuerzo oscila entre 1,5 y 1,75;

10 - cada elemento de refuerzo se encuentra a una distancia de la periferia exterior de la funda y de la periferia interior de la funda de al menos 0,3 mm;

- los elementos de refuerzo están fabricados con un material o compuesto que tenga un módulo de compresión axial de 40000 Mpa o más;

- los elementos de refuerzo (70) están fabricados con un material o compuesto con un coeficiente de dilatación térmica de $5 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$ o inferior;

15 - la cavidad central es sustancialmente circular;

- la superficie de la sección transversal (CSA) de cada elemento de refuerzo se define de la forma siguiente:

$$CSA_{sm} = Lx(H - L) + \frac{\pi}{4}(L^2)$$

- la superficie de la sección transversal (CSA) de la funda viene definida por la siguiente relación:

$$CSA_{jacket} = \frac{\pi}{4}(De^2 - Di^2) - 2CSA_{xm}$$

20 - el coeficiente de robustez está definido por la relación:

$$\frac{CSA_{sm}}{CSA_{jacket}}$$

- la altura de los elementos de refuerzo es inferior al diámetro de la cavidad central.

- la altura de los elementos de refuerzo oscila entre 0,1 y 0,5, y preferiblemente entre 0,3 y 0,4 veces el diámetro de la cavidad central.

25 **[0021]** Se observarán otras características y ventajas de la invención mediante la lectura de la siguiente descripción de las realizaciones de la invención, facilitada a modo de ejemplo y haciendo referencia a los dibujos adjuntos, los cuales muestran:

- La figura 1, anteriormente descrita, es un diagrama en sección transversal de un primer cable de la técnica anterior;

30 - La figura 2, anteriormente descrita, es un diagrama en sección transversal de un segundo cable de la técnica anterior;

- La figura 3 es un diagrama en sección transversal de un cable según una realización de la invención.

[0022] A continuación se describe el cable de la invención haciendo referencia a la figura 3. Los elementos comunes a las figuras 1 y 2 tienen los mismos números de referencia.

35 **[0023]** El cable 3 presenta una cavidad central longitudinal para la recepción de micromódulos 10 en la que se agrupan las fibras ópticas (no mostradas), y una funda 20 que rodea esta cavidad central. Los micromódulos 10 están dispuestos de forma holgada en el interior de la cavidad. La funda 20 puede ser un polímero, por ejemplo, polietileno; tiene una buena resistencia a la humedad y una gran flexibilidad mecánica. La funda 20 puede extruirse para formar la cavidad en la que se encuentran presentes de forma holgada los micromódulos 10. Cuando se observa el cable en sección transversal, la funda 20 tiene una periferia interior y una periferia exterior definida de forma radial.

40 **[0024]** El cable 3 de la invención también comprende dos elementos de refuerzo 70 con una forma no circular, dispuestos longitudinalmente en la funda 20. Estos elementos de refuerzo 70 pueden ser barras de plástico

reforzado con vidrio, conocidas como GRP (Glass Reinforced Plastic), o barras de acero o barras de plástico reforzadas mediante aramida, o cualquier otro elemento de refuerzo longitudinal adecuado para dotar de rigidez a un cable de telecomunicación. Concretamente, los elementos de refuerzo 70 pueden consistir en cualquier material o compuesto con un elevado módulo elástico y un elevado módulo de compresión axial, de 40000 MPa o superior, y un bajo coeficiente de dilatación térmica de $5 \cdot 10^{-5} \text{K}^{-1}$ o inferior. Es preferible un elevado módulo de compresión axial ya que, cuando descienden las temperaturas, los elementos de refuerzo impedirán que el cable se contraiga y se retuerza, lo que provocaría un aumento no deseado de la atenuación. Los polímeros que forman la funda del cable se contraen significativamente cuando desciende la temperatura, lo que induce una elevada carga de compresión axial sobre los elementos de refuerzo, que estos han de poder resistir. Resulta preferible un bajo coeficiente de dilatación térmica, ya que los elementos de refuerzo deben impedir cualquier impacto negativo sobre las características de transmisión de las fibras ópticas del cable en caso de que se produzcan cambios en la temperatura. Estos elementos de refuerzo constituyen el factor estable del cable, independientemente de la temperatura.

[0025] Como se muestra en la figura 3, los elementos de refuerzo 70 del cable 3 según la invención se encuentran situados en la funda 20, alejados de los micromódulos 10 para no inducir tensiones sobre estos últimos y sobre la periferia exterior de la funda 20, para evitar sufrir daños cuando se tira del cable. Concretamente, los elementos de refuerzo 70 se encuentran alejados de la periferia exterior de la funda 20 a una distancia de al menos 0,3 mm y se encuentran alejados de la periferia interior de la funda 20 a una distancia de al menos 0,3 mm, ya que esto proporciona un blindaje suficiente frente a las tensiones inducidas.

[0026] La figura 3 muestra los elementos de refuerzo 70 situados diametralmente opuestos a ambos lados de la cavidad de los micromódulos 10. Por lo tanto, se define un eje de flexión preferido del cable 3 perpendicular a la dirección longitudinal del cable y que atraviesa los dos elementos de refuerzo 70. El cable 3, por lo tanto, puede insertarse en los conductos de un sistema de telecomunicaciones, y tirarse de él a lo largo de dichas conducciones, flexionando siempre que resulte necesario a lo largo de su eje de flexión. Evidentemente, en función de las aplicaciones, puede contemplarse otra configuración relativa de los elementos de refuerzo 70. Concretamente, los elementos de refuerzo 70 pueden estar ligeramente descentrados con respecto al diámetro del cable, permitiendo simultáneamente la definición de un eje de flexión preferido.

[0027] Como se muestra en la figura 3, la sección transversal de cada elemento de refuerzo 70 presenta una forma sustancialmente oval o aplanada o alargada, con una altura H perpendicular al eje de flexión y una anchura L paralela al eje de flexión, siendo la anchura L inferior a la altura H. La proporción entre anchura y altura, H/L, de cada elemento de refuerzo 70 es por tanto mayor que 1 y preferiblemente mayor que 1,5 a fin de conseguir un ahorro significativo en el material de la funda. Esta proporción ha de limitarse a también para permitir la posibilidad de flexionar el cable a lo largo de su eje de flexión; por lo tanto, esta proporción debería limitarse a una proporción entre altura y anchura H/L de 1,75, ya que esto facilitará la flexión del cable alrededor del eje que atraviesa los dos elementos de refuerzo, siendo uno de los objetivos flexionar el cable a más de 20 veces su diámetro.

[0028] La altura de cada elemento de refuerzo debería ser preferiblemente inferior al diámetro de la cavidad. Resulta especialmente preferible que la altura de los elementos de refuerzo sea entre 0,1 y 0,5 veces el diámetro de la cavidad central, y más preferiblemente de entre 0,3 y 0,4 veces el diámetro de la cavidad central. Si la altura del elemento de refuerzo central es inferior a 0,1 veces el diámetro de la cavidad central, la resistencia aportada por los elementos de refuerzo será inferior a la deseada. Si la proporción es de más de 0,5, el radio de curvatura del cable será inferior al valor deseado de veinte veces el diámetro del cable, obteniéndose un compromiso más aceptable entre un suficiente grado de resistencia y una flexión suficiente cuando los coeficientes tienen un valor de entre 0,3 y 0,4.

[0029] Debe mantenerse una dirección de flexionado preferida en el cable 3 para permitir su instalación. No obstante, si la altura H de los elementos de refuerzo 20 es demasiado grande, el cable 3 será difícil de flexionar, ya que los elementos de refuerzo 70 – que son los que precisamente resisten la tracción y la compresión – se extenderán a una distancia demasiado grande más allá del plano neutro que contiene eje de flexión. Si los elementos de refuerzo 70 tienen demasiada altura, y si el cable 3 debe forzarse para que pueda flexionar, se produciría la rotura de uno de los elementos de refuerzo y/o el desgarramiento de la funda 20.

[0030] Más concretamente, la forma seleccionada para los elementos de refuerzo 70 debe ser tal que la proporción entre altura y anchura H/L oscile entre 1,5 y 1,75. La superficie de la sección transversal de los elementos de refuerzo 70 es por tanto equivalente a la de un elemento de refuerzo redondo, manteniendo una anchura lo suficientemente pequeña como para limitar el espesor de la funda 20, y por tanto, el coste y el diámetro del cable 3, manteniendo al mismo tiempo una dirección de flexión preferida del cable 3. Convencionalmente, los fabricantes de equipos exigen que un cable de telecomunicación sea capaz de resistir una flexión de al menos veinte veces su diámetro. Por ejemplo, en el caso de los elementos de refuerzo GRP 70, las especificaciones del fabricante indican un límite de flexión que corresponde a una elongación del 2% de los elementos de refuerzo estirados a temperatura ambiente a lo largo de un reducido período de tiempo, y de un 1% a temperaturas más elevadas a lo largo de un período de tiempo más prolongado. Estas limitaciones se utilizan como base para calcular los valores precisos de la anchura L y de la altura H de los elementos de refuerzo 70 para un cable dado 3.

5 **[0031]** La tabla I que figura a continuación ofrece tres ejemplos de un cable 3 según la invención (ejemplo 1, ejemplo 2, y ejemplo 3) comparados con tres cables existentes 1 (cables A, B, y C) comercializados por el solicitante y que son el tipo de cable que se muestra esquemáticamente en la figura 1. Las cinco primeras líneas ofrecen los parámetros dimensionales de los cables existentes; las otras líneas ofrecen los parámetros dimensionales del cable 3 de la invención, y la última línea indica la cantidad de material de la funda que se ha ahorrado en los cables 3 de la invención, en comparación con los cables ya conocidos comercializados 1, 2.

Tabla I

<u>Cables de la técnica anterior</u>	<u>Cable A</u>	<u>Cable B</u>	<u>Cable C</u>
Diámetro de la funda interior (mm)	5,9	7,3	8,5
Espesor de la funda exterior en los elementos de refuerzo (mm)*	0,5	0,5	0,5
Diámetro de los elementos de refuerzo circulares (mm)	1,8	2,1	2,5
Área de la sección transversal de los elementos de refuerzo (CSA _{sm})	2,54	3,46	4,91
Diámetro total del cable (mm)	11,5	13,5	15,5
<u>Cables de la invención</u>	<u>Ej. 1</u>	<u>Ej. 2</u>	<u>Ej. 3</u>
Diámetro de la funda interior (mm)	5,9	7,3	8,5
Espesor de la funda exterior en los elementos de refuerzo (mm)*	0,5	0,5	0,5
Anchura de los elementos de refuerzo (mm)	1,32	1,53	1,89
Altura de los elementos de refuerzo (mm)	2,21	2,59	3,00
Proporción altura/anchura (H/L)	1,68	1,70	1,59
Área de la sección transversal de los elementos de refuerzo (CSA _{sm})	2,54	3,46	4,90
Diámetro total del cable (mm)	10,54	12,36	14,29
Cantidad de material de la funda que se ha ahorrado (kg/km)	16,66	23,23	28,42
* distancia entre la periferia de los elementos de refuerzo (cerca de la funda) y la periferia exterior de la funda a lo largo del eje de flexión del cable.			

10 **[0032]** La tabla muestra claramente que el cable 3 según la invención presenta un menor diámetro total del cable para un tamaño similar de la cavidad interior que recibe los micromódulos 10 de fibras ópticas, siendo idéntica la sección transversal de los elementos de refuerzo, al tiempo que se mantiene un diámetro de flexión equivalente a veinte veces el diámetro del cable. De este modo se ahorra material de la funda, reduciéndose así los costes de fabricación del cable 3.

15 **[0033]** La superficie de la sección transversal de los elementos de refuerzo 70 según la invención puede reducirse aún más con respecto a la superficie de la sección transversal de los elementos circulares de refuerzo 50 que se muestran en la figura 1, ya que al reducir la cantidad de funda 20 necesaria para rodear el cable 3 se reducen las fuerzas de contracción y expansión causadas por las variaciones de temperatura; por tanto, el coste de los elementos de refuerzo 70 también se reduciría.

20 **[0034]** El cable 3 según la invención tiene incluso un mayor coeficiente de robustez, con una superficie de la sección transversal de los elementos de refuerzo 70 equivalente a la superficie de la sección transversal de unos elementos circulares de refuerzo 50 "equivalentes" (teniendo un elemento de refuerzo circular el mismo valor CSA que los elementos de refuerzo 70 alargados (en estudio) para una superficie de la sección transversal de la funda reducida en comparación con los cables de la técnica anterior 1, 2.

25 **[0035]** El área de la sección transversal de cada elemento de refuerzo 70 puede ser aproximada a la de un rectángulo rebordeado por dos medios discos, es decir, un rectángulo de dimensiones L x (H-L) con dos semi-discos de diámetro L situados adyacentes a ambos lados; el área de la sección transversal, CSA, de cada elemento de refuerzo puede entonces expresarse como sigue:

ES 2 370 266 T3

$$CSA_{sm} = Lx(H - L) + \frac{\pi}{4}(L^2)$$

[0036] El área de la sección transversal CSA de la funda 20 puede entonces expresarse como sigue:

$$CSA_{jacket} = \frac{\pi}{4}(De^2 - Di^2) - 2CSA_{xm}$$

donde De es el diámetro exterior de la funda y Di es el diámetro interior de la funda.

5 **[0037]** El coeficiente de robustez del cable 3, definido como la proporción entre la superficie de la sección transversal de los elementos de refuerzo 70 y la superficie de la sección transversal de la funda 20, puede oscilar entre 8 y 15 para un espesor de la funda de entre un 18 y un 25% del diámetro del cable.

10 **[0038]** Sin embargo, la relación entre el coeficiente de robustez y la proporción espesor de la funda/diámetro del cable no es universal, y difiere en función del tipo de los elementos de refuerzo 70 utilizados (acero o GRP), de la distancia de los elementos de refuerzo 70 a la periferia exterior de la funda 20, y del diámetro de un elemento de refuerzo circular equivalente 50. Los valores de robustez anteriormente indicados son representativos de unos cables 3 cuyos diámetros oscilan entre 7 a 8 mm y más de 15 mm con elemento de GRP situados a una distancia de entre 0,3 y 0,8 mm de la periferia exterior de la funda 20, y de los elementos de refuerzo circulares equivalentes "usuales" 50.

15 **[0039]** El coeficiente de robustez no debe ser demasiado elevado si se desea obtener una estructura estable a bajas temperaturas. Esto se facilita mediante la utilización de elementos de refuerzo con una sección transversal de forma alargada, ya que la sección transversal de la funda es proporcionalmente inferior. También resulta interesante observar que el coeficiente de robustez mejora de un 23 a un 25% en los tres ejemplos facilitados en la tabla anterior.

REIVINDICACIONES

1. Cable de telecomunicación de fibra óptica (3) que comprende:
-una cavidad central longitudinal para recibir micromódulos (10) que agrupan conjuntamente fibras ópticas;
- una funda (20) que rodea la cavidad central;
- 5 - dos elementos de refuerzo (70) dispuestos longitudinalmente en la funda (20) y que definen un eje de flexión del cable (3), atravesando dicho eje de flexión los dos elementos de refuerzo (70), teniendo cada elemento de refuerzo (70) una sección transversal de forma alargada, con una altura (H) perpendicular al eje de flexión y una anchura (L) paralela al eje de flexión, **caracterizado porque** la proporción entre altura y anchura (H/L) de cada elemento de refuerzo es mayor que 1, pero no mayor de 1,75.
- 10 2. Cable de telecomunicación (3) según la reivindicación 1, en el que la proporción entre altura y anchura (H/L) de cada elemento de refuerzo (70) está comprendida entre 1,5 y 1,75.
- 15 3. Cable de telecomunicación (3) según las reivindicaciones 1 o 2, en el que cada elemento de refuerzo (70) se encuentra separado de la periferia exterior de la funda (20) y de la periferia interior de la funda (20) a una distancia de al menos 0,3 mm.
- 20 4. Cable de telecomunicación (3) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que los elementos de refuerzo (70) están fabricados con un material o compuesto con un módulo de compresión axial igual o superior a 40.000 Mpa.
- 25 5. Cable de telecomunicación (3) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que los elementos de refuerzo (70) están fabricados con un material o compuesto cuyo coeficiente de dilatación térmica sea inferior o igual a $5 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$.
- 30 6. Cable de telecomunicación (3) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la altura (H) de los elementos de refuerzo (70) es inferior al diámetro de la cavidad central.
7. Cable de telecomunicación (3) según la reivindicación 6, en el que la altura (H) de los elementos de refuerzo (70) oscila entre 0,1 y 0,5, y preferiblemente entre 0,3 y 0,4 veces el diámetro de la cavidad central.

FIGURA 1
TÉCNICA ANTERIOR

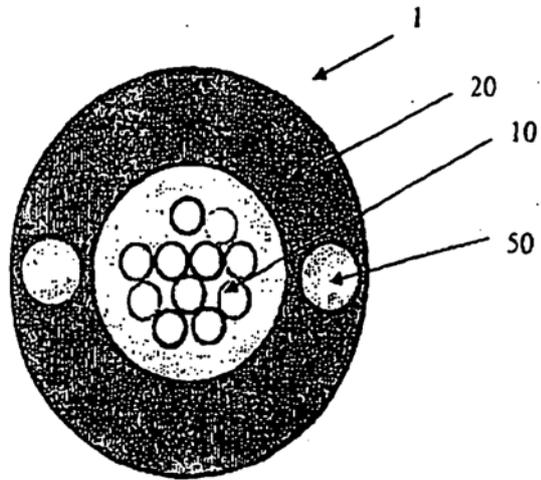


FIGURA 2
TÉCNICA ANTERIOR

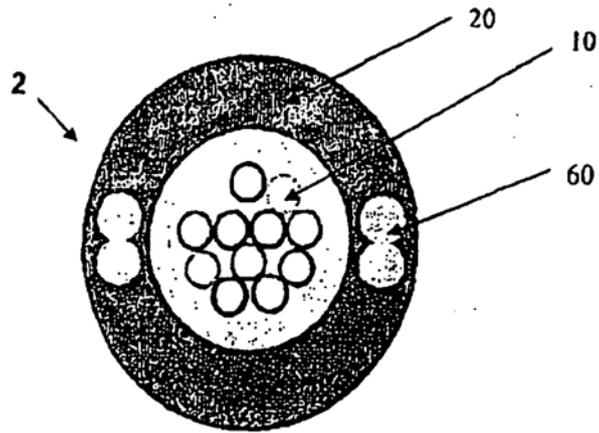
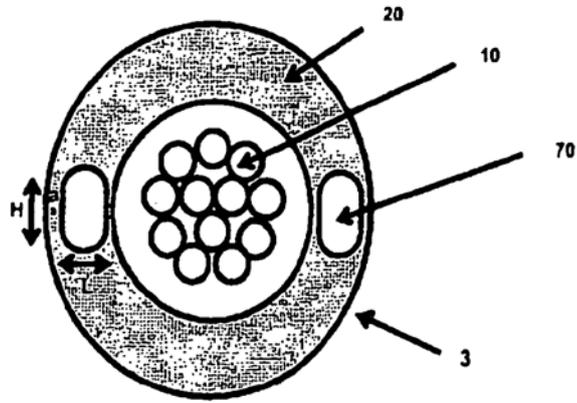


FIGURA 3
INVENCION



REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

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

Documentos de patente citados en la descripción

- FR 2665266 A [0002]
- FR 2706218 A [0002]
- WO 2006034722 A [0003] [0010]
- WO 2006034723 A [0003] [0010]
- US 5050957 A [0004]
- US 5109457 A [0005]
- US 4844575 A [0005]
- WO 9201962 A [0006]
- EP 0968809 A [0007]
- US 20040114889 A [0008]