(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 962 309**

(51) Int. Cl.:

G02B 6/44 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.06.2018 PCT/EP2018/064832**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **12.12.2019 WO19233572**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.06.2018 E 18731979 (3)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.08.2023 EP 3803484**

(54) Título: **Cable de fibra óptica totalmente dieléctrico resistente al fuego con alto número de fibras**

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
18.03.2024

(73) Titular/es:

PRYSMIAN S.P.A. (100.0%)
Via Chiese, 6
20126 Milano, IT

(72) Inventor/es:

SIRIN, ZEKERIYA;
SÖNMEZ, BARIS y
ALTINGÖZ, CAN

(74) Agente/Representante:

PONTI & PARTNERS, S.L.P.

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

DESCRIPCIÓN

Cable de fibra óptica totalmente dieléctrico resistente al fuego con alto número de fibras

ANTECEDENTES

[0001] La presente descripción se refiere al campo de cables ópticos adecuados para funcionar durante un incendio y posteriormente. En particular, la presente descripción se refiere a un cable de fibra óptica totalmente dieléctrico resistente al fuego que tiene un alto número de fibras.

ESTADO DE LA TÉCNICA

[0002] En ciertas aplicaciones, los cables ópticos deben poder resistir un incendio sin disminuir de manera significativa su rendimiento de transmisión. Por ejemplo, los cables usados en sistemas de alarma contra incendios y/o videovigilancia local deberían poder seguir transmitiendo datos/señales en presencia de fuego.

[0003] El uso de armaduras metálicas insertadas entre las capas más externas del cable puede hacer una cierta contribución en este sentido. Sin embargo, algunas aplicaciones requieren que el cable no incluya ninguna parte metálica (el llamado "cable totalmente dieléctrico"). E n estos cables, la ausencia de armaduras metálicas reduce en cierta medida la protección de las fibras ópticas en caso de incendio.

[0004] El folleto Firetuf® OFC-LT-NM (2017) muestra un cable no metálico blindado, resistente al fuego, doble LSZH (Low Smoke Zero Halogen - bajo en humo cero halógeno) con funda, que contiene hasta 144 fibras. Este cable en particular puede comprender un alma de cable que incluye un miembro de resistencia central cubierto con LSZH, y tubos sueltos (conteniendo cada uno 12 fibras) alrededor del miembro de resistencia. Una barrera contra el agua hecha de una cinta hinchable al agua y una capa de hilos de vidrio rodean el núcleo del cable, actuando este último como una capa de refuerzo y una protección contra incendios adicional. La funda del cable comprende una funda interna, una funda externa y una cinta ignífuga interpuesta entre ellas. Tanto la funda interna como la funda externa están fabricadas con material LSZH.

[0005] El documento US 6.640.033 describe un cable de fibra óptica que tiene propiedades ignífugas y retardantes del humo, en donde estas propiedades son proporcionadas por dos capas de cinta de mica envueltas alrededor del núcleo central del cable. Entre las dos capas de cinta de mica hay una capa de hilos ignífugos, que forman huecos de aire entre las dos capas de la cinta de mica. El alma del cable comprende un miembro de resistencia central y una pluralidad de tubos amortiguadores, comprendiendo cada uno una pluralidad de fibras. El miembro de resistencia central y los tubos amortiguadores están hechos de materiales ignífugos y retardantes de humo, por ejemplo, material plástico reforzado con vidrio para el miembro de resistencia central y materiales termoplásticos para los tubos amortiguadores. La cubierta del cable está hecha de un material ignífugo y retardante de humo.

[0006] El documento JP S61 253719 A describe cables ignífugos que contienen materiales ignífugos e impermeables hechos de aceite de silicona gelatinizado.

[0007] El documento US 2003/123821 A1 se refiere a cables de fibra óptica que incluyen tubos de protección con una o más fibras ópticas rodeadas por un relleno de gel para bloqueo del agua de silicona

RESUMEN

[0008] El solicitante se ha enfrentado al problema de proporcionar un cable de fibra óptica totalmente dieléctrico con un alto número de fibras, que sea capaz de mantener su rendimiento no sólo durante un incendio sino también durante un período de tiempo predeterminado después de que se extinga el incendio.

[0009] Las fibras ópticas tienen un coeficiente de expansión térmica inferior al de los tubos amortiguadores poliméricos que las albergan. Durante el enfriamiento después de un incendio, la contracción del tubo amortiguador puede tensar mecánicamente las fibras ópticas hasta su rotura. Como resultado, la funcionalidad del cable, que se mantuvo durante un incendio, puede verse afectada y la señal atenuada o incluso interrumpida.

[0010] El solicitante experimentó que los daños a la fibra óptica después de un incendio se redujeron al proporcionar un gel de silicona como material de bloqueo de agua en el interior de los tubos amortiguadores, teniendo dicho gel de silicona un punto de goteo superior a 200 °C. La silicona es generalmente un polímero muy estable, gran parte de esta estabilidad se deriva de reacciones de hidrólisis reversibles que ocurren bajo calentamiento de modo que el polímero se cura esencialmente a sí mismo. El solicitante observó que un gel de silicona que rodea las fibras ópticas durante y después de un incendio podría proporcionar cierta protección contra la tensión mecánica.

[0011] Por lo tanto, la invención reivindicada proporciona un cable de fibra óptica totalmente dieléctrico resistente al fuego según la reivindicación independiente 1.

[0012] En una realización, el cable de fibra óptica de la presente descripción comprende al menos veinticuatro (24) fibras ópticas. El cable de fibra óptica puede contener hasta 144 fibras ópticas.

[0013] El número de tubos amortiguadores en un cable y el número de fibras ópticas contenidas en cada tubo amortiguador pueden variar según la especificación del cable o la solicitud del cliente. Por ejemplo, cada tubo amortiguador puede contener de 5 a 12 fibras ópticas.

[0014] En algunas realizaciones, el miembro de resistencia central comprende un cuerpo de material dieléctrico reforzado.

[0015] En una realización, el miembro de resistencia central comprende un material polimérico ignífugo que contiene un hidróxido. Esta realización es particularmente adecuada cuando el cable de fibra óptica comprende 72 fibras ópticas o más.

[0016] En una realización, el material polimérico ignífugo que contiene hidróxido está incorporado en el material dieléctrico reforzado del miembro de resistencia central. En otra realización, el material polimérico ignífugo que contiene hidróxido del miembro de resistencia central se encuentra en la forma de una capa aplicada sobre el cuerpo del miembro de resistencia central.

[0017] En una realización, el material polimérico ignífugo que contiene hidróxido del miembro de resistencia central tiene un índice de oxígeno limitante (LOI) $\leq$ 35 %.

[0018] En una realización, el material polimérico retardante de llama que contiene hidróxido del miembro de resistencia central es un material libre de halógenos y de baja emisión de humos (LSOH o LSZH), también conocido como material retardante de llama libre de halógenos (HF-FR). Los materiales ignífugos LSOH no liberan humos tóxicos.

[0019] En la presente descripción y en las reivindicaciones, como "material polimérico ignífugo que contiene hidróxido" se entiende un material polimérico que contiene un relleno ignífugo inorgánico seleccionado de: hidróxidos metálicos, óxidos metálicos hidratados, sales metálicas que tienen al menos un grupo hidroxilo y sales metálicas hidratadas, pudiendo dicho relleno liberar agua cuando se calienta.

[0020] En una realización, el material polimérico ignífugo que contiene hidróxido del miembro de resistencia central comprende un relleno ignífugo seleccionado de hidróxido de aluminio o magnesio, óxido hidratado de aluminio o magnesio, sal de aluminio o magnesio que tiene al menos un grupo hidroxilo o sal hidratada de aluminio o magnesio.

[0021] En una realización, el material polimérico ignífugo que contiene hidróxido del miembro de resistencia central comprende hidróxido de magnesio, trihidrato de alúmina o carbonato de magnesio hidratado. En otra realización, el material polimérico ignífugo que contiene hidróxido del miembro de resistencia central comprende hidróxido de magnesio.

[0022] El hidróxido de magnesio se caracteriza por una temperatura de descomposición de aproximadamente 340 °C y, por tanto, permite el uso de altas temperaturas de extrusión. El hidróxido de magnesio de la presente descripción puede ser de origen sintético o natural, obteniéndose este último moliendo minerales a base de hidróxido de magnesio, tales como brucita o similares, como se describe, por ejemplo, en el documento WO2007/049090.

[0023] El relleno ignífugo se puede usar en forma de partículas sin tratar o tratadas superficialmente con ácidos grasos saturados o insaturados que contienen de 8 a 24 átomos de carbono, o sales metálicas de los mismos, tales como, por ejemplo: ácido oleico, ácido palmítico, ácido esteárico, ácido isoesteárico, ácido láurico; estearato u oleato de magnesio o cinc; y similares. Con el fin de aumentar la compatibilidad con el material polimérico, el relleno ignífugo también puede tratarse superficialmente con agentes de acoplamiento adecuados, por ejemplo, silanos o titanatos orgánicos de cadena corta tales como viniltrietoxisilano, viniltriacetilsilano, titanato de tetraisopropilo, titanato de tetra-n-butilo y similares.

[0024] En una realización, el material polimérico ignífugo LSOH que contiene hidróxido del miembro de resistencia central comprende un polímero seleccionado de: polietileno; copolímeros de etileno con al menos una α-olefina que contiene de 3 a 12 átomos de carbono, y opcionalmente con al menos un dieno que contiene de 4 a 20 átomos de carbono; polipropileno; copolímeros termoplásticos de propileno con etileno y/o al menos una α-olefina que contiene de 4 a 12 átomos de carbono; copolímeros de etileno con al menos un éster seleccionados de acrilatos de alquilo, metacrilatos de alquilo y carboxilatos de vinilo, donde el grupo alquilo y los grupos carboxílicos comprendidos en los mismos son lineales o ramificados, y donde el grupo alquilo lineal o ramificado puede contener de 1 a 8, preferentemente de 1 a 4 átomos de carbono, mientras que el grupo carboxílico lineal o ramificado puede contener de 2 a 8, preferentemente de 2 a 5 átomos de carbono; y mezclas de los mismos.

[0025] Con "α-olefina" se entiende generalmente una olefina de fórmula CH2=CH-R, donde R es un alquilo lineal o ramificado que tiene de 1 a 10 átomos de carbono. La α-olefina se puede seleccionar, por ejemplo, de: propileno, 1-buteno, 1-penteno, 4-metil-1-penteno, 1-hexeno, 1-octeno, 1-dodeceno y similares. En una realización, la a-olefina se selecciona de propileno, 1-buteno, 1-hexeno y 1-octeno.

[0026] Los ejemplos de polímeros que pueden usarse en el material polimérico ignífugo LSOH para el miembro de resistencia central de la presente descripción son: polietileno de alta densidad (HDPE, por sus siglas en inglés) (d = 0,940-0,970 g/cm^3), polietileno de densidad media (MDPE, por sus siglas en inglés) (d = 0,926-0,940 g/cm^3), polietileno de baja densidad (LDPE, por sus siglas en inglés) (d = 0,910-0,926 g/cm^3); polietileno lineal de baja densidad (LLDPE, por sus siglas en inglés) y polietileno de muy baja densidad (VLDPE, por sus siglas en inglés) (d = 0,860-0,910 g/cm^3); polipropileno (PP); copolímeros termoplásticos de propileno con etileno; copolímeros de etileno/acetato de vinilo (EVA); copolímeros de etileno/acrilato de etilo (EEA), copolímeros de etileno/acrilato de butilo (EBA); cauchos de etileno/α-olefina, en particular cauchos de etileno/propileno (EPR), cauchos de etileno/propileno/dieno (EPDM); y mezclas de los mismos.

[0027] En una realización, el gel de silicona como material de estanqueidad al agua es un poliorganosiloxano, por ejemplo, dimetilsiloxano, dimetilmetilfenilsiloxano, metilfenilsiloxano.

[0028] En una realización, el gel de silicona como material de estanqueidad al agua tiene un punto de goteo ≥ 250 °C.

[0029] En una realización, la primera capa de mica comprende una o dos cintas de mica. La/s cinta/s de mica se enrolla/n alrededor del alma que comprende el miembro de resistencia central y los tubos amortiguadores. Cuando hay dos cintas de mica, se pueden enrollar en la misma dirección.

[0030] En una realización, el material hinchable en agua en forma de una o más cintas hinchables en agua o hilos hinchables en agua puede estar presente en el cable. El material hinchable en agua puede interponerse entre el núcleo del cable y la primera capa de mica y/o entre la capa de hilo de vidrio y la funda interna y/o entre la funda interna y la segunda capa de mica. En una realización, se pueden aplicar hilos hinchables en agua alrededor del miembro de refuerzo central.

[0031] En una realización, la funda interna y/o la funda externa están fabricadas de un material polimérico ignífugo LSOH. En una realización, este material tiene un índice de oxígeno limitante (LOI) ≥ 30 %, por ejemplo, ≥ 40 %. En una realización, el material a base de polímero ignífugo LSOH de la funda interna y/o de la funda externa puede tener un LOI ≤ 70 %, por ejemplo, preferentemente ≤ 60 %.

[0032] En una realización, la funda interna y la funda externa están fabricadas del mismo material polimérico ignífugo LSOH.

[0033] En otra realización, el material polimérico ignífugo LSOH de la funda interna tiene un LOI más alto que el del material de la funda externa.

[0034] El material polimérico de la funda interna y exterior puede seleccionarse de la lista ya proporcionada en relación con el material ignífugo que contiene hidróxido del miembro de resistencia central. Lo mismo se aplica para el relleno inorgánico ignífugo contenido en el mismo.

[0035] En una realización adicional, los tubos amortiguadores también están fabricados de una base polimérica mezclada asimismo con relleno/s inorgánico/s ignífugo/s.

[0036] En una realización, la cantidad de relleno ignífugo en cualquier material polimérico ignífugo LSOH para el cable de la presente descripción es inferior a 500 phr, preferentemente de 130 phr a 300 phr.

[0037] En la presente descripción y las reivindicaciones, el término "phr" (acrónimo de "partes por cien de caucho") se usa para indicar partes en peso por 100 partes en peso del material de base polimérica.

[0038] Para los fines de la presente descripción y de las reivindicaciones adjuntas, excepto donde se indique lo contrario, todos los números que expresan cifras, cantidades, porcentajes, y así sucesivamente, deben entenderse como modificados, en todos los casos, por el término "aproximadamente". Además, todos los intervalos incluyen cualquier combinación de los puntos máximos y mínimos descritos e incluyen cualquier intervalo intermedio en los mismos, que puede o no enumerarse específicamente en esta invención.

[0039] La presente descripción, en al menos uno de los aspectos descritos, se puede implementar de acuerdo

con una o más de las siguientes realizaciones, combinadas opcionalmente entre sí.

[0040] A efectos de la presente descripción y las reivindicaciones, una fibra óptica comprende un alma rodeada por un revestimiento, estando dicha alma y revestimiento fabricados preferentemente de vidrio, y uno o dos recubrimientos protectores basados, por ejemplo, en material de acrilato.

[0041] A efectos de la presente descripción y las reivindicaciones, como "índice de oxígeno limitante" (LOI) se entiende la concentración mínima de oxígeno, expresada como porcentaje, que soportará la combustión de un polímero. Los valores más altos de LOI indican una mayor pirorresistencia. Los valores del LOI se determinan mediante pruebas estandarizadas, tales como ASTM D2863-12 (2012).

[0042] La concentración mínima de oxígeno, expresada como un porcentaje que soportará la combustión de un polímero. Los valores más altos de LOI indican una mayor pirorresistencia. Los valores del LOI se determinan mediante pruebas estandarizadas, tales como ASTM D2863-12 (2012). La concentración mínima de oxígeno, expresada como porcentaje, que soportará la combustión de un polímero. Los valores más altos de LOI indican una mayor pirorresistencia. Los valores del LOI se determinan mediante pruebas estandarizadas, tales como ASTM D2863-12 (2012).

[0043] A efectos de la presente descripción y las reivindicaciones adjuntas, el punto de goteo es un valor numérico asignado a una composición de grasa que representa la temperatura a la que cae la primera gota de material de una prueba de ductibilidad. El punto de goteo se puede medir en las condiciones establecidas en ASTM D566-02 (2002).

[0044] A efectos de la presente descripción y las reivindicaciones adjuntas, como "alto recuento de fibras" se refiere a un cable de fibra óptica que contiene al menos 24 fibras ópticas.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

[0045] La presente descripción será completamente evidente tras la lectura de la siguiente descripción detallada, proporcionada a modo de ejemplo y no de limitación, con referencia a la Figura 1 adjunta que es una sección transversal de un cable de fibra óptica resistente al fuego según una realización de la presente descripción.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0046] En la Figura 1, el cable de fibra óptica totalmente dieléctrico se indica con el número de referencia 1.

[0047] El cable 1 comprende un alma 1a. El alma 1a, a su vez, comprende un miembro de resistencia central 2 y una pluralidad de tubos amortiguadores 4, comprendiendo cada uno una pluralidad de fibras ópticas 5.

[0048] El miembro de resistencia central 2 es un elemento alargado y puede tener una sección transversal circular o sustancialmente circular. En la presente realización, el miembro de resistencia central comprende un cuerpo 2a de material dieléctrico reforzado, por ejemplo, plástico reforzado con vidrio (GRP, por sus siglas en inglés), plástico reforzado con fibras (FRP, por sus siglas en inglés) o cualquier otro material similar.

[0049] El cuerpo 2a está cubierto por un recubrimiento 2b fabricado de material polimérico ignífugo LSOH que contiene hidróxido. El material del recubrimiento 2b contiene hidróxido de magnesio en una cantidad de aproximadamente 130 phr. Este material puede tener un LOI del 28 %.

[0050] Un número de tubos amortiguadores 4 están dispuestos radialmente en el exterior con respecto al miembro de resistencia central 2. En una realización, los tubos amortiguadores 4 están trenzados alrededor del miembro de refuerzo central 2 en configuración S-Z.

[0051] En la realización de la Figura 1, se proporcionan ocho tubos amortiguadores 4 alrededor del miembro de resistencia central 2. Sin embargo, podría haber más o menos tubos en otras realizaciones.

[0052] Los tubos amortiguadores 4 pueden estar fabricados de cualquier material polimérico adecuado, por ejemplo, tereftalato de polibutileno (PBT). En una realización, los tubos amortiguadores pueden estar fabricados de un material polimérico ignífugo LSOH que contiene hidróxido.

[0053] Cada tubo amortiguador 4 contiene una pluralidad de fibras ópticas. En una realización, cada tubo amortiguador 4 contiene 12 fibras ópticas.

[0054] Cada tubo amortiguador 4 puede contener un material de relleno de estanqueidad al agua 6 que comprende un gel de silicona con un punto de goteo de al menos 200 °C.

[0055] Por ejemplo, los materiales adecuados como relleno de estanqueidad al agua para el cable de la presente descripción son poliorganosiloxanos comercializados como Rhodorsil® por Rhodia Siliconi Italia S.p.A., Italia.

[0056] Cabe señalar que cada único tubo amortiguador 4 no está protegido individualmente por materiales resistentes al fuego, por ejemplo, cintas de mica.

[0057] El alma 1a que comprende tubos amortiguadores 4 y el miembro de resistencia central 2 está envuelto por una capa de mica 7.

[0058] En una realización, la capa de mica 7 comprende dos cintas de mica. La mica, por ejemplo, en forma de laminillas, se puede unir a una capa de respaldo usando un agente aglutinante, tal como resina o elastómero de silicona, resina acrílica y/o resina epoxi. La capa de respaldo puede estar formada por un tejido de soporte (por ejemplo, vidrio tejido y/o tela de vidrio).

[0059] En una realización, cada cinta de mica se enrolla con un solapamiento. El solapamiento puede ser superior al 40 % y por ejemplo del 50 %.

[0060] En una posición externa radial y en contacto directo con la primera capa de mica 7, se proporciona una capa de hilos de vidrio 8.

[0061] La capa de hilos de vidrio 8 y la primera capa de mica 7 actúan como una barrera contra incendios. La capa de barrera contra incendios tiene principalmente la función de evitar el contacto directo del alma interior con las llamas que rodean el cable en caso de incendio.

[0062] Una barrera contra el agua (no ilustrada), que es dieléctrica y está hecha de material hinchable en agua (por ejemplo, soportada por una cinta) puede rodear el núcleo 1a en una posición radial interna con respecto a la primera capa de mica 7 o sobre los hilos de vidrio 8.

[0063] En una posición radial exterior y en contacto directo con la capa de hilos de vidrio 8, se proporciona una funda interna 9. La funda interna 9 se puede extruir directamente en la capa de hilos de vidrio 8. En una realización alternativa, el material hinchable en agua en forma de una o más cintas hinchables en agua se puede interponer entre la capa de hilos de vidrio 8 y la funda externa interna 9.

[0064] La funda interna 9 puede tener un espesor entre 1 y 3 mm. En una realización, dicho espesor es de 2,5 mm.

[0065] La funda interna 9 está fabricada de un material polimérico ignífugo LSOH. El material de la funda interna 9 contiene hidróxido de magnesio en una cantidad de aproximadamente 200 phr. Este material puede tener un LOI del 37%.

[0066] En una posición radialmente exterior con respecto a la funda interna 9, se proporciona una segunda capa de mica 10. La segunda capa de mica 10 puede comprender dos cintas de mica similares a las usadas para la primera capa de mica 7. En una realización, cada cinta de mica de la segunda capa de mica 10 se enrolla con un solapamiento. El solapamiento puede ser superior al 40 % y por ejemplo del 50 %.

[0067] En una posición radialmente exterior y en contacto directo con la segunda capa de mica 10, se proporciona una funda externa 11. La funda externa 11 puede extruirse directamente en la segunda capa de mica 10. En una realización alternativa, se puede interponer una cinta de poliéster entre la segunda capa de mica y la funda externa.

[0068] La funda externa 11 puede tener un espesor mínimo entre 1 y 3 mm. En una realización, dicho espesor es de 2,5 mm.

[0069] La funda externa 11 está fabricada de un material polimérico ignífugo LSOH. El material de la funda interna 11 contiene hidróxido de magnesio en una cantidad de aproximadamente 200 phr. Este material puede tener un LOI del 37%.

EJEMPLO

[0070] El solicitante ha realizado pruebas de resistencia al fuego en diferentes cables.

[0071] Todos los cables analizados tienen una estructura análoga a la del cable 1 de la Figura 1 y contenían 144 fibras en 12 tubos amortiguadores, 12 fibras cada uno. Los tubos amortiguadores del Cable 1 (comparativo) se rellenaron con un aceite mineral base hidrotratado e hidrocraqueado fuertemente que tiene un punto de goteo inferior a 200 °C (aproximadamente 180 °C), mientras que los tubos amortiguadores del Cable 2 (según la presente

descripción) se rellenaron con un gel de polidimetilsiloxano que tiene un punto de goteo superior a 250 °C.

[0072] El Cable 1 (comparativo) y el Cable 2 tenían un miembro de resistencia central fabricado de material polimérico ignífugo que contiene GRP hidroxi que tiene un LOI del 28 %.

[0073] La funda interna y externa del Cable 1 y del Cable 2 fueron fabricadas del mismo material a base de polímero ignífugo LSOH que contenía hidróxido de magnesio y que tenía un LOI de aproximadamente un 37 %.

[0074] El cable 1 (comparativo) no superó la prueba de resistencia al fuego realizada en estos cables de acuerdo con IEC 60331-25 (1999). Después de 90 minutos a 750°C, se detectó una atenuación de la señal de 2,54 dB. Después de un enfriamiento, se observó una atenuación de la señal de 5,58 dB y se detectaron grietas en las fibras ópticas. El cable 2 según la presente descripción pasó la prueba de resistencia al fuego realizada según IEC 60331-25 (1999). Después de 90 minutos a 750 °C, se detectó una atenuación de la señal de 1,34 dB. Después de un enfriamiento de 15 minutos, se detectó una atenuación de la señal de 1,51 dB, y se descubrió que las fibras ópticas funcionaban completamente (no estaban rotas, no había desconexión de la señal).

[0075] El cable 2 según la presente descripción también pasó la prueba de resistencia al fuego según IEC 60331-1 (2009). Después de 90 minutos a 830 °C, se detectó una atenuación de la señal, pero no se detectó rotura de las fibras ópticas.

[0076] Adicionalmente, el Cable 2 según la presente descripción se analizó según IEC 60332-3-24 (2000) y dio una propagación de la llama en posición vertical de 770 mm (la propagación máxima según el estándar es de 2.500 mm). También se analizó el Cable 2 según IEC 61034-2 (2005) en relación con la densidad del humo generado por el cable al arder y dio una transmisión de luz del 80,52 % (la transmisión de luz según el estándar debe ser de al menos el 60 %).

REIVINDICACIONES

1. Un cable de fibra óptica totalmente dieléctrico resistente al fuego (1) que comprende:

- un alma (1a) que comprende:

  un miembro de resistencia central (2), y
  una pluralidad de tubos amortiguadores (4) dispuestos alrededor de dicho miembro de resistencia central (2), conteniendo cada tubo amortiguador (4) una pluralidad de fibras ópticas (5);

- una primera capa de mica (7) dispuesta alrededor del alma (1a);
- una capa de hilo de vidrio (8) que rodea la primera capa de mica (7) y en contacto directo con la misma;
- una funda interna (9) que rodea la capa de hilo de vidrio (8);
- una segunda capa de mica (10) que rodea la funda interna (9); y
- una funda externa (11) que rodea la segunda capa de mica (10), donde cada uno de la pluralidad de tubos amortiguadores (4) contiene un material de relleno de bloqueo de agua (6) que comprende un gel de silicona, donde dicho gel de silicona tiene un punto de goteo de al menos 200 °C.

2. El cable de fibra óptica (1) según la reivindicación 1, donde la pluralidad de fibras ópticas comprende al menos 24 fibras ópticas (5).

3. El cable de fibra óptica (1) según la reivindicación 1, donde el miembro de resistencia central (2) comprende un material polimérico ignífugo que contiene hidróxido.

4. El cable de fibra óptica (1) según la reivindicación 3, donde la pluralidad de fibras ópticas comprende al menos 72 fibras ópticas.

5. El cable de fibra óptica (1) según la reivindicación 3, donde el miembro de resistencia central (2) comprende un cuerpo (2a) y el material polimérico ignífugo que contiene hidróxido se encuentra en forma de una capa (2b) en la superficie exterior del cuerpo (2a).

6. El cable de fibra óptica (1) según la reivindicación 3, donde el material polimérico ignífugo que contiene hidróxido del miembro de resistencia central (2) es un material LSOH.

7. El cable de fibra óptica (1) según la reivindicación 3, donde el material polimérico ignífugo que contiene hidróxido del miembro de resistencia central (2) tiene un índice de oxígeno limitante, LOI, $\leq$ 35 %.

8. El cable de fibra óptica (1) según la reivindicación 1, donde el gel de silicona tiene un punto de goteo de $\geq$ 250 °C.

9. El cable de fibra óptica (1) según la reivindicación 1, donde el material hinchable en agua está interpuesto entre el núcleo (1a) y la primera capa de mica (7) y/o entre la capa de hilo de vidrio (8) y la funda interna (9) y/o entre la funda interna (9) y la segunda capa de mica (10).

10. El cable de fibra óptica (1) según la reivindicación 1, donde la funda interna (9) y/o la funda externa (11) están fabricadas de un material a base de polímero ignífugo LSOH.

11. El cable de fibra óptica (1) según la reivindicación 10, donde el material a base de polímero ignífugo LSOH tiene un LOI $\geq$ 30 %.

12. El cable de fibra óptica (1) según la reivindicación 10, donde el material a base de polímero ignífugo LSOH tiene un LOI $\leq$ 70 %.

13. El cable óptico (1) según la reivindicación 10, donde la funda interna (9) y la funda externa (11) están fabricadas del mismo material a base de polímero ignífugo LSOH.

14. El cable de fibra óptica (1) según la reivindicación 10, donde el material a base de polímero ignífugo LSOH de la funda interna (9) tiene un LOI superior al del material a base de polímero ignífugo LSOH de la funda externa (11).

15. El cable de fibra óptica (1) según la reivindicación 1, donde al menos una de la primera capa de mica (7) y la segunda capa de mica (10) comprende dos cintas de mica enrolladas en la misma dirección.

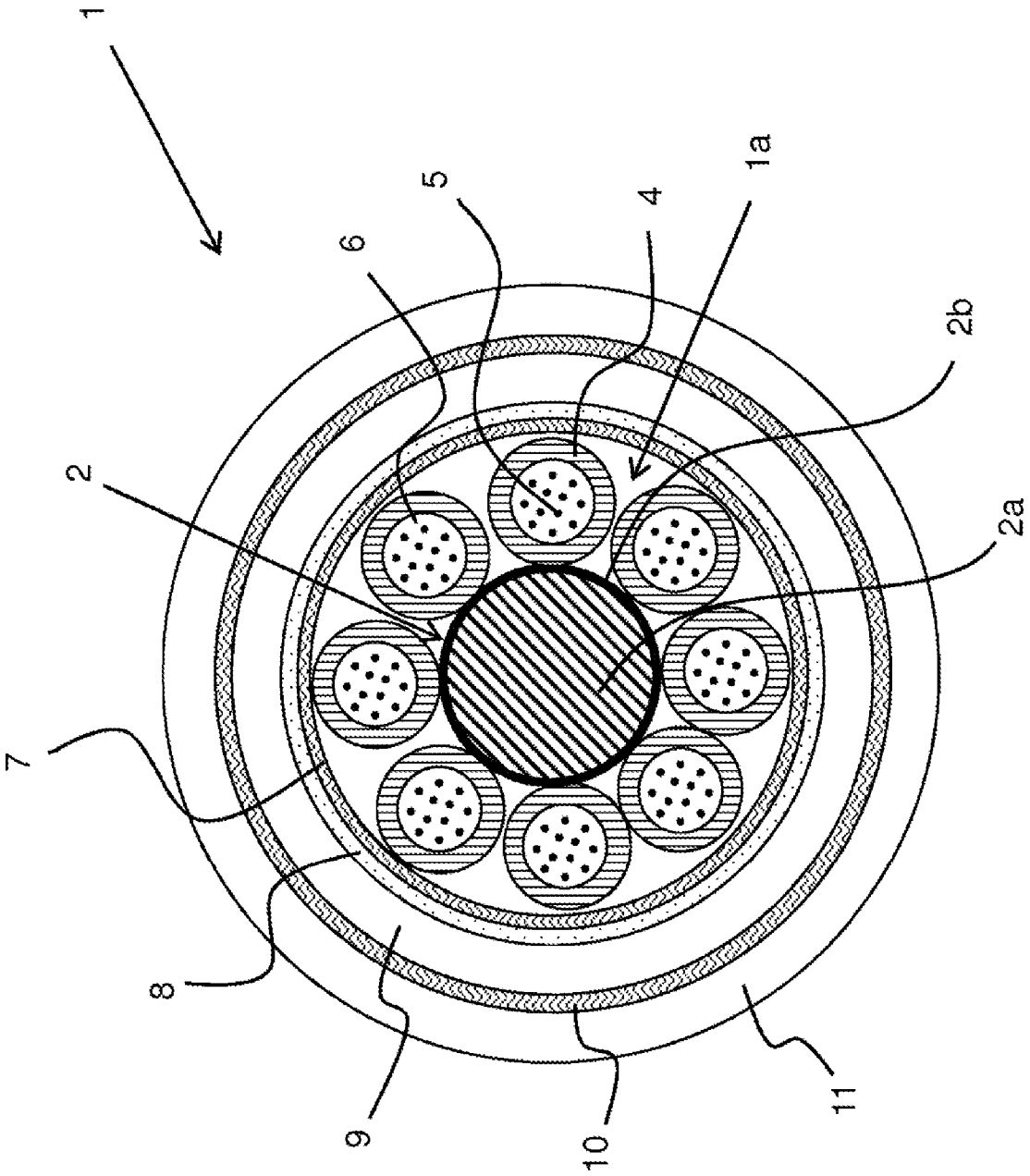


Fig. 1