

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 896 481**

51 Int. Cl.:

G02B 6/44

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **30.10.2017** **PCT/EP2017/077813**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.05.2019** **WO19086103**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **30.10.2017** **E 17801613 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.07.2021** **EP 3704526**

54 Título: **Cable óptico ignífugo**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
24.02.2022

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

SIRIN, ZEKERIYA y
SÖNMEZ, BARIS

74 Agente/Representante:

PONTI & PARTNERS, S.L.P.

ES 2 896 481 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 óptico ignífugo

5 Campo de aplicación

[0001] La presente invención se refiere a un cable óptico ignífugo.

[0002] En particular, la presente invención se refiere a un cable de fibra óptica ignífugo que es capaz de retardar la propagación de la llama, ofrecer cierta resistencia al fuego y emitir humo no dañino mientras mantiene sus propiedades ópticas de transmisión durante y después de la aparición del fuego durante un período de tiempo predeterminado.

Técnica anterior

[0003] Los cables de fibra óptica se usan generalmente para telecomunicaciones también a larga distancia, ofreciendo ventajas irrefutables sobre las redes de telecomunicaciones tradicionales por cable en términos de capacidad de transmisión de más información a velocidades significativamente más altas.

[0004] Existen aplicaciones en las que los cables ópticos deberían tener propiedades ignífugas sin disminuir significativamente 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. Además, la funcionalidad del cable óptico debería mantenerse no solo durante la presencia de fuego sino también durante un período de tiempo predeterminado después de que se extinga el fuego.

[0005] Los cables ópticos de este tipo se instalan habitualmente en galerías y edificios y pueden comprender un tubo holgado central polimérico en el que se disponen las fibras ópticas y una vaina exterior fabricada con un material ignífugo de baja emisión de humo y sin halógenos ("LSZH" o "LSOH", por sus siglas en inglés), también denominado material "ignífugo sin halógenos" (HFFR, por sus siglas en inglés).

[0006] La piroresistencia de un cable óptico puede evaluarse para comprobar su conformidad y certificación bajo los estándares nacionales y/o internacionales. Dichos estándares generalmente implican algunas pruebas realizadas en el cable para evaluar su capacidad de operar en condiciones de incendio durante un período de tiempo determinado.

[0007] Los estándares, en particular los estándares internacionales, exigen prestaciones ignífugas y de liberación de humo cada vez más estrictos para los cables ópticos con el fin de mejorar la seguridad en los edificios.

[0008] Muchos de los cables ópticos ignífugos actuales exhiben prestaciones de modo que no pueden obtener la certificación como cables de bajo riesgo de incendio según los estándares internacionales vigentes, por ejemplo, nivel de clase B2_{ca} del CPR (reglamento de productos de construcción (*Construction Product Regulation*)) emitido por la Unión Europea el 1 de julio de 2015. El solicitante experimentó que dicha certificación no se puede obtener aumentando el espesor y/o el índice de oxígeno limitante (LOI, por sus siglas en inglés) del material que forma la vaina exterior del cable y/o proporcionando al cable capas ignífugas adicionales tales como un relleno ignífugo o una cinta de acero.

[0009] La publicación FIRETOX LSZH - Fire Retardant Fiber Optical Cables, Caledonian Cables Ltd., 2013, páginas 15-16, describe, entre otras cosas, un cable de fibra óptica blindado que comprende:

- 50 - un tubo holgado central que contiene 2-24 fibras ópticas y relleno de un gel de bloqueo de agua;
- hebra de aramida o fibra de vidrio enrollada en torno al tubo para proporcionar protección física y resistencia a la tracción, con protección adicional contra incendios;
- una cubierta interna de material termoplástico LSZH,
- una armadura de cinta de acero corrugado aplicada sobre una cubierta interna LSZH, y
- 55 - una cubierta externa de material termoplástico LSZH.

[0010] LANmark-OF UC LSZH según Optical Fibre, Fibre Cables, Nexans, 2013, página 35, es un cable de fibra óptica que comprende:

- 60 - un tubo holgado con una capacidad de hasta 24 fibras ópticas y relleno con un gel;
- hebras de vidrio reforzadas estancas;
- una armadura de cinta de acero corrugado rodeada de hebras de vidrio, y
- una vaina exterior LSZH.

[0011] A partir de las pruebas proporcionadas a continuación de la descripción, estos cables de la técnica

anterior no pueden calificarse como cables de altas prestaciones frente al fuego.

[0012] Las prestaciones frente al fuego de los cables ópticos pueden mejorarse proporcionando una o más cintas de un material inorgánico, por ejemplo mica, colocadas sobre un soporte que consiste, por ejemplo, en fibras de vidrio, en la construcción del cable. Sin embargo, el uso de cintas de mica aumenta significativamente los costes de fabricación.

[0013] El documento WO 2017/027283 describe un cable óptico ignífugo según el preámbulo de la reivindicación 1. El problema técnico al que se enfrenta la presente descripción es, por lo tanto, el de proporcionar un cable óptico que tenga propiedades ignífugas mejoradas. Más específicamente, si bien se requiere una propagación de llama y un índice de tasa de crecimiento del fuego limitados para que un cable sea calificado como adecuado para instalaciones industriales estándar y residenciales, se deben cumplir otras propiedades como baja liberación total de calor, baja densidad de humo y pocas o ninguna gotícula incandescente por un cable para que sea calificado como apto para edificios públicos, rascacielos, vías de escape, e incluso deben mostrarse valores más limitados por un cable para que sea calificado como apto para áreas con un riesgo muy alto de incendio, típicamente vías férreas subterráneas. Véase, por ejemplo, el CPR mencionado anteriormente. Al mismo tiempo, el cable debería tener propiedades mecánicas adecuadas para su despliegue y rendimiento.

Resumen de la descripción

[0014] El Solicitante encontró que se puede lograr una mejora de las propiedades ignífugas y una reducción de la liberación de calor y humo en un cable óptico cuando el cable está dotado de una cubierta multicapa en el que una capa de material ignífugo LSOH con alto índice de oxígeno limitante (LOI) se interpone entre dos capas de material ignífugo LSOH con un índice de oxígeno inferior.

[0015] En particular, se ha encontrado que la provisión de una cubierta multicapa en la que la capa intermedia está fabricada de un material ignífugo LSOH que tiene un LOI más alto que el LOI del material ignífugo LSOH de la otra capa ofrece propiedades ignífugas mejoradas al cable óptico, particularmente en términos de ralentización de la propagación de la llama, liberación de calor, gotículas y emisión de humos, cuando se expone a las llamas durante un incendio.

[0016] Los beneficios anteriores se logran sin perjudicar las propiedades mecánicas del cable óptico, particularmente en términos de resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura, incluso después del envejecimiento térmico, y viabilidad de la cubierta, por ejemplo, mediante técnicas de extrusión convencionales.

[0017] Por consiguiente, la presente descripción se refiere a un cable de fibra óptica ignífugo que comprende un tubo holgado central polimérico que aloja fibras ópticas, una armadura metálica que rodea el tubo holgado central polimérico y una cubierta multicapa que rodea y está en contacto directo con la armadura metálica, en el que la cubierta multicapa comprende una capa interna, una capa intermedia y una capa externa, todas fabricadas de un material ignífugo LSOH, teniendo el material LSOH de la capa intermedia un índice de oxígeno limitante (LOI) superior al LOI del material LSOH de las capas interna y externa.

[0018] Según una realización, la capa intermedia de la cubierta multicapa está fabricada de un material ignífugo LSOH que tiene un LOI superior al 70 % y la capa interna y la capa externa de la cubierta están ambas fabricadas de un material ignífugo LSOH que tiene un LOI del 25 % al 70 %, preferentemente del 30 % al 50 %.

[0019] En una realización, la capa interna y la capa externa de la cubierta multicapa tienen un espesor superior al espesor de la capa intermedia.

[0020] En la cubierta multicapa, el espesor de la capa intermedia puede ser de 0,6 a 1,0 mm, por ejemplo, 0,8 mm, el espesor de la capa externa puede ser de 1,7 a 2,0 mm, por ejemplo, 1,8 mm, y el espesor de la capa interna puede ser de 1,2 a 1,6 mm, por ejemplo, 1,3 mm.

Descripción detallada

[0021] En la presente descripción y las reivindicaciones posteriores, el índice de oxígeno limitante (LOI) es la concentración mínima de oxígeno, expresada como porcentaje, que soporta la combustión de un polímero en caso de incendio. 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) o CEI 20-22-4 (2006-07).

[0022] A efectos de la presente descripción y de las siguientes reivindicaciones, excepto cuando se indique de otro modo, todos los números que expresan cifras, cantidades, porcentajes, etc., deben entenderse 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 la presente.

[0023] Como se usa en la memoria descriptiva y en las reivindicaciones adjuntas, las formas en singular "un", "una" y "el/la" incluyen referentes en plural a menos que el contexto indique claramente lo contrario. Por lo tanto, por ejemplo, la referencia a "un soporte" incluye una pluralidad de soportes. En esta memoria descriptiva y en las siguientes 5 reivindicaciones, se hará referencia a varios términos que se definirán para que tengan los siguientes significados, a menos que sea evidente una intención contraria.

[0024] Debe entenderse que las características de las realizaciones de la descripción descritas anteriormente y a continuación se pueden combinar de cualquier manera, incluso formando realizaciones adicionales que no se 10 describen explícitamente pero que están dentro del alcance de la presente descripción.

[0025] En el cable según la descripción, las fibras ópticas se alojan, por ejemplo, en una configuración holgada, en un tubo holgado central polimérico, también denominado camisa protectora. Las fibras ópticas pueden disponerse en el tubo holgado central individualmente o en grupos de hasta 24. Las fibras ópticas también pueden disponerse en 15 micromódulos. El tubo holgado central actúa como elemento de retención de las fibras y las protege de las tensiones mecánicas.

[0026] El tubo central polimérico puede estar formado a partir de uno o más materiales termoplásticos, tales como poliolefinas (por ejemplo, polietileno o polipropileno, tal como polietileno de alta densidad), incluyendo 20 poliolefinas fluoradas. Los materiales del tubo central polimérico de ejemplo incluyen polietileno nucleado, polipropileno nucleado o un copolímero o una mezcla de los mismos (por ejemplo, copolímeros de polipropileno-etileno o copolímeros de polipropileno-etileno-octeno). Como alternativa, el tubo central polimérico puede estar formado a partir de poliésteres, tales como tereftalato de polibuteno (PBT o PBTP), tereftalato de polibuteno nucleado o tereftalato de polibuteno de baja contracción; nylon, tal como poliamida 12 (PA12), poliamida amorfa 12 o poliamida 11; cloruro de 25 polivinilo (PVC); materiales ignífugos sin halógenos (HFRR); polímeros de uretano, tales como acrilatos de uretano; y/o mezclas de estos y otros materiales poliméricos.

[0027] En una realización, el material para el tubo holgado central polimérico es tereftalato de polibuteno (PBTP). 30

[0028] El material termoplástico puede contener un pigmento o tinte para impartir un color específico útil para fines de identificación.

[0029] Los tubos holgados centrales poliméricos de ejemplo con una sección transversal circular tienen 35 diámetros exteriores de entre 2,0 milímetros y 4,0 milímetros y diámetros interiores correspondientes entre 1,2 milímetros y 3,1 milímetros. Un tubo holgado central polimérico de ejemplo con una sección transversal circular tiene un diámetro interior de 2,8 milímetros o menos y un diámetro exterior de 4,0 milímetros o menos. Aunque los tubos holgados centrales poliméricos tienen típicamente una sección transversal circular, los tubos holgados centrales poliméricos, como alternativa, pueden tener una forma irregular o no circular (por ejemplo, una sección transversal 40 ovalada).

[0030] En una realización, el tubo holgado central polimérico está relleno, al menos parcialmente, con un material de bloqueo de agua. Se puede contener una grasa o un gel de tipo grasa en el tubo holgado central polimérico y rellenar, al menos parcialmente, el espacio entre la pared interior del tubo holgado central polimérico y las fibras 45 ópticas. Este material de relleno está destinado a bloquear la entrada y el avance de agua dentro del tubo holgado central polimérico.

[0031] En una realización, el cable de la descripción comprende además una capa de refuerzo alrededor de y en contacto directo con el tubo holgado central polimérico. La capa de refuerzo puede estar fabricada de fibras de alta 50 resistencia, tales como hebras de aramida y/o fibra de vidrio, opcionalmente incorporadas en una matriz polimérica. La capa de refuerzo proporciona protección física y resistencia a la tracción con protección adicional contra incendios. El peso de esta capa depende principalmente del rendimiento mecánico requerido, particularmente la resistencia a la tracción, según la aplicación específica del cable.

[0032] En una realización, el cable de la descripción comprende además una capa hinchable en agua que rodea la capa de refuerzo, opcionalmente en contacto directo con ella. En otra realización, se proporcionan partículas hinchables en agua dentro de la capa de refuerzo. La capa o las partículas hinchables en agua proporcionan 55 estanqueidad al cable longitudinalmente, evitando así que el agua y/o la humedad penetren a lo largo del cable. Por ejemplo, una capa hinchable en agua puede ser una cinta que incluya un material hinchable en agua. Por ejemplo, la capa hinchable en agua puede estar fabricada de hebras, productos no tejidos, tejidos, espumas u otros materiales que contengan/soporten partículas hinchables en agua (por ejemplo, incluyendo polímeros superabsorbentes (SAP), 60 tales como polvo de SAP).

[0033] En una realización, la armadura metálica del cable de la descripción puede estar fabricada de una cinta 65 de cobre o acero corrugado, sellada longitudinalmente, preferentemente recubierta por una capa polimérica en al

menos una cara.

[0034] La armadura metálica mejora la resistencia a las tensiones mecánicas transversales y proporciona protecciones contra impactos y ataques de roedores. La armadura metálica también proporciona cierta protección
5 contra incendios que actúa como barrera contra incendios.

[0035] Los materiales de baja emisión de humo y sin halógenos (LSOH) adecuados para todas las capas (interna, intermedia y externa) de la cubierta multicapa están fabricados de una base polimérica mezclada con un
10 relleno ignífugo inorgánico, estando tanto la base como el relleno libres de halógenos.

[0036] La base polimérica en la cubierta multicapa se puede seleccionar 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
15 de acrilatos de alquilo, metacrilatos de alquilo y carboxilatos de vinilo, en los que el grupo alquilo y los grupos carboxílicos comprendidos en los mismos son lineales o ramificados, y en los que 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.

[0037] Con "a-olefina" se entiende generalmente una olefina de fórmula $\text{CH}_2=\text{CH-R}$, en la que 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. Entre ellos, se prefieren particularmente propileno, 1-buteno, 1-hexeno y 1-octeno.

[0038] Los ejemplos de materiales poliméricos que pueden usarse en la cubierta del cable de la descripción son: polietileno de alta densidad (HDPE) ($d = 0,940\text{-}0,970 \text{ g/cm}^3$), polietileno de densidad media (MDPE) ($d = 0,926\text{-}0,940 \text{ g/cm}^3$), polietileno de baja densidad (LDPE) ($d = 0,910\text{-}0,926 \text{ g/cm}^3$); polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) y polietileno de muy baja densidad (VLDPE) ($d = 0,860\text{-}0,910 \text{ g/cm}^3$); polipropileno (PP); copolímeros termoplásticos de propileno con etileno; copolímeros de etileno/acetato de vinilo (EVA); copolímeros de etileno/acrilato de etilo (EEA),
30 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.

[0039] En una realización, el relleno ignífugo inorgánico se selecciona de: hidróxidos metálicos, óxidos metálicos hidratados, sales metálicas que tienen al menos un grupo hidroxilo y sales metálicas hidratadas;
35 particularmente, el relleno ignífugo es un hidróxido de calcio, aluminio, magnesio o cinc, óxido hidratado, sal que tiene al menos un grupo hidroxilo o sal hidratada.

[0040] Los ejemplos de rellenos ignífugos inorgánicos que pueden usarse en la cubierta externa del cable de la descripción son: hidróxido de magnesio, alúmina trihidrato, carbonato de magnesio hidratado, calcio hidratado, carbonato de magnesio o mezclas de los mismos. En una realización, el relleno ignífugo inorgánico es hidróxido de magnesio ya que se caracteriza por una temperatura de descomposición de aproximadamente 340°C y, por lo tanto, permite que se usen 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.

[0041] 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
50 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.

[0042] En una realización de la presente descripción, la capa intermedia de la cubierta multicapa está fabricada de un material ignífugo LSOH que tiene un índice de oxígeno limitante (LOI) superior al 70 %, preferentemente del 75 % al 90 %, mientras que la capa interna y la capa externa de la cubierta multicapa están ambas fabricadas de un material ignífugo LSOH que tiene un LOI más bajo que el de la capa intermedia, comprendido entre el 25 % y el 70 %. En una realización, el LOI de los materiales de las capas interna y externa varía del 30 % al 50 %.

[0043] En una realización, la capa interna y la capa externa de la cubierta multicapa están fabricadas sustancialmente del mismo material ignífugo LSOH.

[0044] En otra realización, la capa interna está fabricada de un material ignífugo LSOH que tiene un LOI más bajo que el de la capa externa. El LOI del material de la capa interna puede variar del 25 al 35 %, mientras que el LOI
65 del material de la capa externa puede variar del 35 al 50 %. Resulta evidente para el experto en la técnica que en esta

realización, cuando el material de la capa externa tiene un LOI del 35 %, el material de la capa interna tendrá un LOI inferior dentro del intervalo especificado anteriormente.

[0045] Esto se puede lograr variando la cantidad de relleno ignífugo inorgánico mezclado con la base polimérica, que será mayor en el material ignífugo que forma la capa intermedia de la cubierta y menor en el material que forma la capa externa y la capa interna de la cubierta

[0046] En particular, según una realización de la presente descripción, la cantidad de relleno ignífugo en el material LSOH de la capa intermedia de la cubierta multicapa es de al menos 500 phr, preferentemente de 600 phr a 900 phr.

[0047] Según una realización de la presente descripción, la cantidad de relleno ignífugo en el material LSOH de la capa externa y de la capa interna de la cubierta multicapa es inferior a 500 phr, preferentemente de 150 phr a 300 phr.

[0048] Según una realización de la presente descripción, la cantidad de relleno ignífugo en el material LSOH de la capa externa es de 180 phr a 400 phr, y la cantidad de relleno ignífugo en el material LSOH de la capa interna es de 150 phr a 180 phr.

[0049] 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 de la base polimérica.

[0050] Las capas de la cubierta multicapa están en contacto directo entre sí de manera que la capa interna está rodeada y en contacto directo con la capa intermedia que, a su vez, está rodeada y en contacto directo con la capa externa.

[0051] La producción del cable óptico según la descripción se puede realizar mediante técnicas convencionales. Por ejemplo, la aplicación de la capa de refuerzo y de la capa de armadura metálica se puede realizar a través de máquinas de revestimiento y el blindaje también se puede sellar térmicamente a lo largo del solapamiento. Además, la cubierta multicapa se puede aplicar para rodear la armadura metálica a través de procedimientos convencionales de extrusión de material plástico. Por ejemplo, la cubierta multicapa se puede aplicar mediante la técnica "tándem", en la que se usan extrusoras separadas dispuestas en serie para aplicar la capa más interna, si es necesario, la capa interna y posteriormente la capa externa, o por coextrusión la capa más interna, si es necesario, la capa interna y la capa externa.

[0052] Se ilustrarán más detalles en la siguiente descripción detallada, con referencia a la figura 1 adjunta, que es una vista en sección transversal de un cable óptico ignífugo según la presente descripción.

[0053] Con referencia a la figura 1, un cable ignífugo según la descripción se representa, en su conjunto, con el número de referencia 10. El cable 10 comprende una pluralidad de fibras ópticas 1 dispuestas sueltas en el tubo holgado central polimérico 3 fabricado, por ejemplo, de tereftalato de polibuteno (PBTP). El tubo holgado central polimérico 3 también contiene un relleno de bloqueo de agua 2, por ejemplo, gel de bloqueo de agua.

[0054] El cable óptico 10 comprende además:

- una capa de refuerzo 4 en torno al tubo holgado central 3 que incluye, por ejemplo, hebras de aramida o vidrio;
- una capa hinchable en agua 5 en torno a la capa de refuerzo 4 que tiene esencialmente la función de bloquear la entrada y el transporte de agua y/o humedad hacia el interior del cable;
- una armadura metálica 6, por ejemplo, una cinta de acero corrugado, preferentemente recubierta con una capa de material termoplástico, ubicada alrededor de la capa hinchable en agua 5 con el propósito de proteger contra impactos y ataques de roedores y tensiones mecánicas, y
- una cubierta multicapa 7 fabricada de material ignífugo LSOH.

[0055] La cubierta multicapa 7 comprende una capa interna 7a, una capa intermedia 7b y una capa externa 7c, todas fabricadas de una base polimérica sin halógenos, tales como polímeros de etileno, copolímeros o mezclas de los mismos, rellenas con un material ignífugo inorgánico tal como hidróxido de magnesio.

[0056] La presente descripción se describirá ahora por medio de los resultados de las pruebas en condiciones de incendio que se realizaron en algunos cables ópticos según la presente descripción y en algunos cables ópticos de la técnica anterior con fines comparativos.

[0057] Se probaron cables ópticos según la invención y cables comparativos para evaluar sus propiedades ignífugas.

[0058] Todos los cables ópticos probados tenían un tubo holgado central polimérico que alojaba sin apretar las

fibras ópticas, una capa de refuerzo (en hebras de vidrio) y una cinta hinchable en agua rodeando al tubo holgado central, una armadura en forma de cinta de acero corrugado y una cubierta ignífuga LSOH como capa más externa. En la Tabla 1 se proporcionan otras características específicas de los cables comparativos y de los cables de la invención.

5

Tabla 1

Cable	N.º de fibras ópticas	Capas de cubierta (LOI)	Espesor de la cubierta	Diámetro del cable
1*	8	única (36 %)	1,4 mm	9,26 mm
2*	8	única (36 %)	1,2 mm	7,39 mm
3*	8	única (47 %)	2,5 mm	10,49 mm
4	24	interna (28 %) intermedia (>80 %) externa (36 %)	3,8 mm (1,3 mm + 0,8 mm + 1,7 mm)	14,79 mm
5	4	interna (28 %) intermedia (>80 %) externa (37 %)	3,88 mm (1,4 mm + 0,9 mm + 1,58 mm)	14,07 mm

Los cables marcados con asterisco (*) son los comparativos ya que tienen una cubierta fabricada una sola capa

[0059] Las configuraciones usadas para las pruebas en condiciones de incendio fueron sustancialmente las especificadas por el Estándar EN 50399:2011/A1 (2016) para propagación de llama (longitud dañada) (FS, por sus siglas en inglés), liberación total de calor (THR, por sus siglas en inglés), tasa máxima de liberación de calor (HRR, por sus siglas en inglés), índice de velocidad de crecimiento del fuego (FIGRA, por sus siglas en inglés) y persistencia de las gotículas incandescentes; y por el Estándar IEC 61034-2 (2005) para la producción total de humo (TSP, por sus siglas en inglés) y la tasa máxima de producción de humo (SPR, por sus siglas en inglés).

15 **[0060]** Los resultados de las pruebas se muestran en la siguiente Tabla 2.

Tabla 2

Cable	FS (m)	THR (MJ)	HRR pico (kW)	FIGRA (W/s)	TSP (m²)	SPR pico (m²/s)	Persistencia de las gotículas incandescentes (s)
1*	3,0	46,6	101,1	276,6	74,1	0,13	18
2*	3,0	52,2	174,1	422,9	44,5	0,10	1
3*	2,26	31,3	61,2	138,2	36,6	0,06	22
4	1,13	13,8	17,4	44,4	15	0,04	5
5	1,16	12,6	15,7	43,6	17,2	0,04	4

20 **[0061]** A partir de los resultados anteriores, tanto el cable 4 como el 5 según la descripción se calificaron como cables aptos para áreas con riesgo muy alto de incendio, mientras que los cables comparativos 1*, 2* y 3* se calificaron como aptos para áreas con riesgo medio de incendio.

25 **[0062]** Según la Tabla 4 del Reglamento Delegado (UE) 2016/364 de la Comisión del 1 de julio de 2015 sobre la clasificación de la reacción al fuego de los productos de construcción de conformidad con el Reglamento (UE) N.º 305/2011, los cables 4 y 5 según la presente descripción se clasifican como B2_{ca}s1d1 por tener

FS (propagación de la llama) $\leq 1,5$ m;
 THR (liberación total de calor) ≤ 15 MJ;
 HRR pico (tasa de liberación de calor) ≤ 30 kW; y
 30 FIGRA (índice de velocidad de crecimiento del fuego) ≤ 150 W/s
 TSP (producción total de humo) ≤ 50 m²
 SPR pico (tasa de producción de humo) $\leq 0,25$ m²/s, y
 persistencia de gotículas incandescentes ≤ 10 s.

35 **[0063]** Según la Tabla 4 del Reglamento Delegado (UE) 2016/364 de la Comisión del 1 de julio de 2015 sobre la clasificación de la reacción al fuego de los productos de construcción de conformidad con el Reglamento (UE)

N.º 305/2011, los cables comparativos 1*, 2* y 3* se clasifican como D solamente (nivel básico de seguridad).

REIVINDICACIONES

1. Un cable óptico ignífugo (10) que comprende un tubo holgado central polimérico (3) que aloja fibras ópticas (1) y una armadura metálica (6) que rodea el tubo holgado central polimérico (3), **caracterizado por** una cubierta multicapa (7) que rodea y está en contacto directo con la armadura metálica (6), en el que la cubierta multicapa (7) comprende una capa interna (7a), una capa intermedia (7b) y una capa externa (7c), todas fabricadas de un material ignífugo LSOH, teniendo el material LSOH de la capa intermedia (7b) un índice de oxígeno limitante (LOI) superior al LOI del material LSOH de la capa interna (7a) y de la capa externa (7c).
2. El cable óptico (10) según la reivindicación 1, en el que la capa intermedia (7b) de la cubierta multicapa (7) está fabricada de un material ignífugo LSOH con un LOI superior al 70 %, y la capa interna (7a) y la capa externa (7c) de la cubierta (7) están ambas fabricadas de un material ignífugo LSOH que tiene un LOI del 25 % al 70 %.
3. El cable óptico (10) según la reivindicación 2, en el que la capa intermedia (7b) está fabricada de un material ignífugo LSOH que tiene un LOI del 75 % al 90 %.
4. El cable óptico (10) según la reivindicación 2, en el que la capa interna (7a) y la capa externa (7c) de la cubierta (7) están fabricadas ambas de un material ignífugo LSOH que tiene un LOI del 30 % al 50 %.
5. El cable óptico (10) según la reivindicación 1, en el que la capa interna (7a) y la capa externa (7c) están fabricadas del mismo material ignífugo LSOH.
6. El cable óptico (10) según la reivindicación 1, en el que la capa interna (7a) está fabricada de un material ignífugo LSOH que tiene un LOI menor que el de la capa externa (7c).
7. El cable óptico (10) según la reivindicación 6, en el que la capa interna (7a) está fabricada de un material ignífugo LSOH que tiene un LOI del 25 al 35 %, y la capa externa (7c) está fabricada de un material ignífugo LSOH que tiene un LOI del 35 al 50 %.
8. El cable óptico (10) según la reivindicación 1, en el que la capa interna (7a) y la capa externa (7c) de la cubierta multicapa (7) tienen un espesor superior al espesor de la capa intermedia (7b).
9. El cable óptico (10) según la reivindicación 1, en el que el tubo holgado central polimérico (3) está relleno, al menos parcialmente, con un material de bloqueo de agua (2).
10. El cable óptico (10) según la reivindicación 1, que comprende una capa de refuerzo (4) alrededor de y en contacto directo con el tubo holgado central polimérico (3).
11. El cable óptico (10) según la reivindicación 10, en el que la capa de refuerzo (4) comprende hebras de aramida y/o fibra de vidrio.
12. El cable óptico (10) según la reivindicación 1, que comprende una capa hinchable en agua (5) que rodea la capa de refuerzo (4) y la armadura metálica (6).

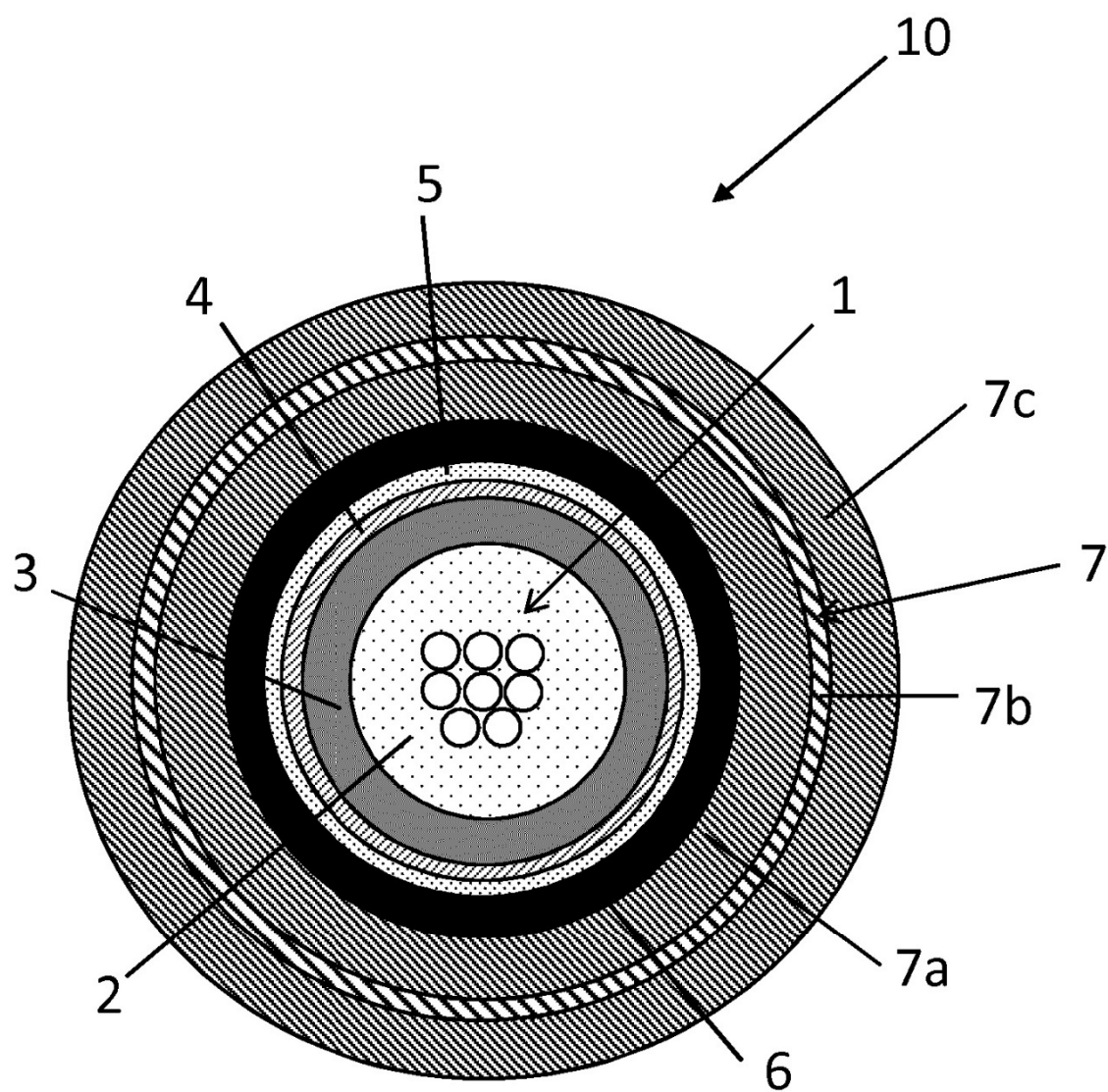


Fig. 1