

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 819 026**

51 Int. Cl.:

**G02B 6/44** (2006.01)

**H01B 7/295** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.09.2010 PCT/IB2010/002289**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.03.2012 WO12032370**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.09.2010 E 10763231 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.06.2020 EP 2614397**

54 Título: **Cable óptico resistente al fuego**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**14.04.2021**

73 Titular/es:  
**PRYSMIAN S.P.A. (100.0%)**  
**Via Chiese, 6**  
**20126 Milano, IT**

72 Inventor/es:  
**CONSONNI, ENRICO;**  
**CAIMI, LUIGI y**  
**CESCHIAT, DAVIDE**

74 Agente/Representante:  
**SALVÀ FERRER, Joan**

ES 2 819 026 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 resistente al fuego

5 Antecedentes de la invención

**[0001]** La presente invención se refiere a un cable óptico resistente al fuego. Más particularmente, la presente invención se refiere a un cable óptico resistente al fuego que es capaz de resistir al fuego y mantener sus propiedades transmisivas ópticas durante y después de la presencia de fuego durante un período de tiempo predeterminado.

10

**[0002]** Los cables ópticos se utilizan generalmente para telecomunicaciones de media o larga distancia. Existen aplicaciones específicas donde los cables ópticos deben tener alguna capacidad para resistir la agresión del fuego sin disminuir significativamente su rendimiento de transmisión. Por ejemplo, los cables utilizados en sistemas de alarma contra incendios y/o videovigilancia local deben poder seguir transmitiendo datos/señales en presencia de fuego. La funcionalidad del cable óptico debe mantenerse durante la presencia de fuego y, por lo general, también durante un período de tiempo predeterminado después de que se extinga el fuego. Tal tipo de cables ópticos suelen instalarse en galerías y edificios.

15

**[0003]** La patente de EE.UU. nº 5.173.960 describe un cable de comunicación ignífugo que incluye un núcleo que comprende al menos un medio de transmisión y medios ignífugos que incluyen un material que comprende una mezcla de un primer constituyente de óxido inorgánico y un segundo constituyente de óxido inorgánico. El primer constituyente de óxido inorgánico se caracteriza por fundirse cuando se expone a temperaturas tan bajas como aproximadamente 350 °C, mientras que el segundo constituyente de óxido inorgánico comienza a cristalizarse a aproximadamente 650 °C. Los medios ignífugos son eficaces cuando dicho cable se expone a temperaturas en el intervalo de aproximadamente 350 °C a 1000 °C, para formar una capa costrosa que aísla dicho núcleo de la energía térmica y minimiza la liberación de humo y gases combustibles. Los medios ignífugos pueden incluirse como una envoltura del cable o como una cinta que se extiende longitudinalmente. Preferiblemente, los medios ignífugos se coextruyen con la envoltura. Los medios de transmisión pueden incluir uno o más pares de conductores metálicos aislados o fibras ópticas.

20

**[0004]** La solicitud de patente internacional WO 2010/012932 se refiere a un cable de energía y/o telecomunicaciones que comprende al menos un elemento conductor rodeado por al menos una capa aislante que se extiende a lo largo del cable, obteniéndose la capa aislante a partir de una composición que contiene los siguientes compuestos: a) un polímero orgánico; b) un compuesto inorgánico que contiene un óxido de potasio y/o uno de sus precursores; c) un óxido de boro y/o uno de sus precursores; y d) óxido de calcio CaO y/o uno de sus precursores. La cantidad del compuesto d) es al menos el 10 % en peso del peso total de los compuestos b, c y d en la composición. La combinación anterior de rellenos inorgánicos es capaz de reaccionar ante la exposición al fuego para producir un material cerámico refractario, que permite mantener la integridad mecánica y eléctrica del cable durante el fuego.

25

40 Resumen de la invención

**[0005]** Inicialmente, el solicitante ha notado que los cables ópticos resistentes al fuego disponibles en la técnica, aunque funcionan en muchas circunstancias, requieren construcciones complejas y específicas que incluyen varias capas de diferentes materiales, que aumentan no solo los costos de fabricación sino también las dimensiones del cable final. Además, la necesidad de diseños de núcleo particulares hace más difícil lograr cables con una alta densidad de fibras, es decir, un alto número de fibras ópticas por conjunto de sección de cable.

35

**[0006]** Además, el solicitante ha descubierto que las protecciones resistentes al fuego convencionales en muchas circunstancias no son capaces de minimizar sustancialmente el aumento de atenuación de la señal óptica durante la exposición del cable al fuego, y también son escasamente eficaces cuando el fuego se extingue y por lo tanto el cable ya no se calienta.

50

**[0007]** Según la experiencia del solicitante, las partes más críticas donde las fibras ópticas pueden tener aumento de atenuación y/o daños mecánicos irreversibles son las zonas de transición entre las porciones de cable directamente sometidas a la acción de la llama ("zonas calientes") y las porciones de cable que no se queman ("zonas frías"). Durante la agresión del fuego, los materiales en las zonas de transición que no están completamente fundidos pueden tensionar las fibras dando aumento de atenuación. Cuando el fuego se extingue, durante la etapa de enfriamiento, en las zonas de transición entre zonas frías y calientes, los materiales que aún rodean el núcleo del cable óptico se enfrían y, por lo tanto, se encogen, mientras se vuelven más duros (aumento del módulo). Por lo tanto, los materiales anteriores pueden colapsar sobre las fibras ópticas, que, estando en gran medida desprovistas de sus recubrimientos poliméricos (ya que durante el fuego se han quemado principalmente), son extremadamente sensibles a cualquier estrés mecánico, que es probable que cause macro y microflexión, y por lo tanto atenuación de señal, e incluso la rotura de las propias fibras debido a cargas pico locales.

60

65 **[0008]** Por lo tanto, el solicitante ha enfrentado el problema de proporcionar cables ópticos resistentes al fuego

que tengan una alta densidad de fibras, que tengan flexibilidad adecuada para instalarse fácilmente y que sean capaces de mantener su capacidad de transmisión óptica al mostrar atenuación de señal reducida durante y también después de la presencia de fuego durante un período de tiempo predeterminado.

5 **[0009]** El solicitante ha observado que una capa tubular de un material ceramificable colocado alrededor de las fibras ópticas puede proteger las fibras, pero, cuando se expone directamente a la acción de la llama, es propenso a quemarse o colapsar antes de completar la transformación fisicoquímica en un material cerámico, dejando así las fibras desnudas a la llama.

10 **[0010]** En consecuencia, el solicitante ha encontrado que un cable óptico puede retener eficazmente su capacidad de transmisión durante la presencia de fuego y después cuando las fibras ópticas están provistas de una capa tubular de un material ceramificable y cuando la acción de la llama sobre tal capa tubular se retrasa durante un tiempo suficiente para permitir que el material ceramificable complete la ceramización sin colapsar sobre las fibras ópticas.

15 **[0011]** Por lo tanto, el solicitante ha encontrado que los cables ópticos que son capaces de mantener su capacidad de transmisión, con atenuación de señal reducida, no sólo cuando están expuestos al fuego, sino también durante las etapas posteriores a la extinción del fuego, se pueden obtener rodeando las fibras ópticas con una capa tubular de un material ceramificable que a su vez está protegido por al menos una capa de protección contra llamas.

20 **[0012]** En el cable óptico según la presente invención, la capa tubular del material ceramificable es capaz de proteger mecánicamente las fibras ópticas no sólo durante el calentamiento sino también cuando se extingue el fuego, ya que forma una capa suficientemente robusta para resistir las tensiones mecánicas causadas por el colapso de los materiales que aún rodean el cable, especialmente en las porciones de transición entre zonas calientes y frías. Los resultados anteriores pueden lograrse protegiendo, durante el fuego, la capa tubular del material ceramificable por medio de al menos una capa de protección contra llamas que impida que las llamas actúen directamente sobre el material ceramificable. De hecho, el solicitante ha encontrado que una acción directa de las llamas sobre el material ceramificable puede causar un colapso rápido de la estructura tubular sobre las fibras ópticas.

25 **[0013]** En un primer aspecto, la presente invención se refiere a un cable óptico resistente al fuego que comprende:

una pluralidad de fibras ópticas, donde la pluralidad de fibras ópticas están dispuestas en micromódulos;  
al menos una capa tubular de un material ceramificable que rodea la pluralidad de fibras ópticas;  
35 al menos una capa de protección contra llamas que rodea la capa tubular.

**[0014]** De acuerdo con la presente invención, con "material ceramificable" se pretende una composición extruible que, cuando se expone a un calentamiento intenso, por ejemplo causado por el fuego, se quema al menos parcialmente y forma un material cerámico coherente que tiene una resistencia mecánica adecuada para retener  
40 sustancialmente su integridad estructural, es decir, las dimensiones originales obtenidas después de la extrusión.

**[0015]** De acuerdo con la presente invención, con "capa de protección contra llamas" se pretende una capa hecha de un material que es capaz de resistir la acción de las llamas sin quemarse o colapsar durante un tiempo suficiente para permitir que una capa subyacente de un material ceramificable complete su ceramificación.

45 **[0016]** A efectos de la presente descripción y de las reivindicaciones que siguen, excepto donde se indique lo contrario, 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  
50 enumerarse específicamente en esta invención.

**[0017]** Según una realización preferida de la invención, el cable óptico resistente al fuego según la presente invención puede comprender además al menos una funda ignífuga.

55 **[0018]** Según una realización preferida de la invención, el material ceramificable que se puede utilizar para producir la capa tubular comprende:

al menos un material polimérico;  
al menos una frita de vidrio;  
60 al menos un relleno inorgánico inerte.

**[0019]** Preferiblemente, el material polimérico se selecciona de entre: poliolefinas (homopolímeros y copolímeros); copolímeros de etileno con al menos un éster etilénicamente insaturado; poliésteres; poliéteres; copolímeros de poliéter/poliéster; siliconas; y mezclas de los mismos.

65

**[0020]** Preferiblemente, las poliolefinas pueden seleccionarse de entre: homopolímeros de polietileno; copolímeros de etileno con al menos una alfa-olefina; homopolímeros de polipropileno; copolímeros de propileno con etileno y/o al menos una alfa-olefina diferente de propileno. Particularmente preferidos son:

- 5 - polietileno de alta densidad (HDPE) que tiene una densidad de al menos 0,940 g/cm<sup>3</sup>, preferiblemente de 0,940 a 0,960 g/cm<sup>3</sup>; polietileno de media densidad (MDPE) que tiene una densidad de 0,926 a 0,940 g/cm<sup>3</sup>. polietileno de baja densidad (LDPE) y polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) que tiene una densidad de 0,910 g/cm<sup>3</sup> a 0,926 g/cm<sup>3</sup>;
- copolímeros de etileno con al menos una alfa-olefina C<sub>3</sub>-C<sub>12</sub>, que tiene una densidad de 0,860 a 0,904 g/cm<sup>3</sup> y un
- 10 índice de distribución de peso molecular (MWDI) no superior a 5;
- copolímeros elastoméricos de etileno con al menos una alfa-olefina, tales como copolímeros de etileno/propileno (EPR) y terpolímeros de etileno/propileno/dieno (EPDM);
- homopolímeros de propileno termoplásticos o copolímeros de propileno con etileno y/o al menos una alfa-olefina distinta del propileno, con un contenido global de etileno y/o al menos una alfa-olefina distinta del propileno no superior
- 15 al 10 % molar;
- copolímeros heterofásicos de propileno obtenidos por polimerización secuencial de propileno y de mezcla de propileno con etileno y/o al menos una alfa-olefina, que contengan al menos el 70 % en peso de homopolímero de propileno o de copolímero cristalino de propileno/etileno, el resto consistente en un copolímero elastomérico de etileno/propileno con un contenido de propileno del 30 al 70 % en peso;

20 **[0021]** Con "alfa-olefina" se entiende una olefina de fórmula CH<sub>2</sub>=CH-R, donde R es un alquilo lineal o ramificado que tiene de 1 a 10 átomos de carbono. Preferiblemente, la alfa-olefina es una alfa-olefina C<sub>3</sub>-C<sub>8</sub>. La alfa-olefina se puede seleccionar, por ejemplo, de entre: propileno, 1-buteno, 1-penteno, 4-metil-1-penteno, 1-hexeno, 1-octeno, 1-dodeceno y similares.

25 **[0022]** En cuanto a los copolímeros de etileno con al menos un éster etilénicamente insaturado, preferiblemente se seleccionan de entre: copolímeros de etileno/vinilacetato (EVA), copolímeros de etileno/etilacrilato (EEA), copolímeros de etileno/butilacetato (EBA).

30 **[0023]** El material polimérico está presente preferiblemente en el material ceramificable en una cantidad del 10 al 60 % en peso, más preferiblemente del 15 al 40 % en peso, con respecto al peso total del material.

**[0024]** En cuanto a la fritada de vidrio, generalmente es una mezcla de óxidos inorgánicos formadores de vidrio, que tiene un amplio intervalo de composición química para fundirse progresivamente en un amplio intervalo de

35 temperatura, generalmente unos cien grados Celsius.

**[0025]** Ejemplos de óxidos inorgánicos formadores de vidrio son:

40 (i) vidrios de fosfatos que tienen la siguiente composición en porcentaje molar: 1,2 % a 3,5 % de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 50 % a 75 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 0 % a 30 % de PbO y 0 % a 5 % de al menos un óxido seleccionado del óxido de Cu, Ag, Au, Sc, Y, La, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Tc, Re, Fe, Co, Ni, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Th, Pd y U, vidrio que incluye al menos un óxido seleccionado de óxidos de metal alcalino y al menos un óxido seleccionado de óxidos de metal alcalinotérreo y óxido de zinc;

45 (ii) vidrios de óxido de plomo que tienen la siguiente composición en porcentaje molar: 1,2 % a 3,5 % de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 50 % a 58 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 10 % a 30 % de PbO y 0 % a 5 % de al menos un óxido seleccionado del óxido de Cu, Ag, Au, Sc, Y, La, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Tc, Re, Fe, Co, Ni, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Th, Pd y U, vidrio que incluye al menos un óxido seleccionado de óxidos de metal alcalino y al menos un óxido seleccionado de óxidos de metal alcalinotérreo y óxido de zinc;

50 (iii) vidrios de óxido de bismuto que tienen la siguiente composición en porcentaje molar: 1,2 % a 20 % de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 50 % a 75 % de Bi<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 10 % a 30 % de ZnO y 0 % a 5 % de al menos un óxido seleccionado del óxido de Pb, Fe, Si, Cu, Ag, Au, Sc, Y, La, Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Mn, Tc, Re, Fe, Co, Ni, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu, Th, Pd y U, vidrio que incluye al menos un óxido seleccionado de óxidos de metal alcalino y al menos un óxido seleccionado de óxidos de metal alcalinotérreo;

55 (iv) vidrios de óxido de borato que tienen la siguiente composición en porcentaje molar: 15 % a 35 % de CaO, 35 % a 55 % de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 10 % a 35 % de SiO<sub>2</sub>, 0 % a 20 % de al menos un óxido seleccionado del óxido de: Mg, Sr, Ba, Li, P, Na, K, Al, Zr, Mo, W, Nb y 0 % a 8 % de F.

**[0026]** La fritada de vidrio está presente preferiblemente en el material ceramificable en una cantidad del 2 al 70 % en peso, más preferiblemente del 5 al 40 % en peso, con respecto al peso total del material.

60 **[0027]** El relleno inorgánico inerte se selecciona preferiblemente de entre: silicatos tales como, por ejemplo, silicatos de aluminio (por ejemplo, arcillas opcionalmente calcinadas, por ejemplo, caolín, esmectita, ilita, mullita), silicatos de magnesio (por ejemplo, talco opcionalmente calcinado); hidróxidos, óxidos hidratados, sales o sal hidratada de metales, en particular de calcio, aluminio o magnesio tales como, por ejemplo, hidróxido de magnesio, hidróxido de

65 aluminio, trihidrato de alúmina, hidrato de carbonato de magnesio, carbonato de magnesio, hidrato de carbonato de

magnesio y calcio, carbonato de calcio, carbonato de magnesio y calcio; o mezclas de los mismos.

5 **[0028]** El relleno inorgánico inerte puede utilizarse ventajosamente en forma de partículas recubiertas. Los materiales de recubrimiento utilizados preferiblemente son ácidos grasos saturados o insaturados que contienen de 8 a 24 átomos de carbono y 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 zinc, o mezclas de los mismos.

10 **[0029]** Para mejorar la compatibilidad entre el relleno inorgánico inerte y el material polimérico, se puede añadir al menos un agente de acoplamiento a la composición. Dicho agente de acoplamiento puede seleccionarse, por ejemplo, de entre: compuestos de silano saturados o compuestos de silano que contienen al menos una insaturación de etileno; epóxidos que contienen al menos una insaturación de etileno; titanatos orgánicos; ácidos mono o dicarboxílicos que contienen al menos una insaturación de etileno, o derivados de los mismos, tales como, por ejemplo, anhídridos o ésteres.

15 **[0030]** El relleno inorgánico inerte está presente preferiblemente en el material ceramificable en una cantidad del 20 al 80 % en peso, más preferiblemente del 40 al 70 % en peso, con respecto al peso total del material.

20 **[0031]** Según una realización preferida de la invención, el relleno inorgánico inerte puede tener al menos parcialmente la forma de nanopartículas, que tienen preferiblemente un tamaño de partícula promedio (al menos en una dimensión) igual o inferior a 2000 nm, más preferiblemente de 1 a 500 nm. El solicitante ha encontrado que la presencia de nanopartículas de relleno inorgánico inerte en la capa ceramificable aumenta la resistencia mecánica del material cerámico resultante, mejorando así el rendimiento del cable en caso de incendio. Preferiblemente, la cantidad de nanopartículas de relleno inorgánico inerte no es superior al 20 % en peso, con respecto al peso total del material ceramificable. De hecho, cantidades más altas de nanopartículas pueden aumentar excesivamente la viscosidad de  
25 la composición ceramificable y, por lo tanto, pueden poner en peligro la procesabilidad.

**[0032]** La capa tubular según la presente invención generalmente puede tener un espesor de 0,5 a 2,0 mm., más preferiblemente de 0,8 a 1,2 mm.

30 **[0033]** En cuanto a la capa de protección contra llamas, tiene principalmente la función de evitar el contacto directo de la capa o capas tubulares subyacentes con las llamas que rodean el cable en caso de incendio. Por lo tanto, la capa de protección contra llamas debería estar formada por un material que sea capaz de resistir altas temperaturas y exposición directa a las llamas sin quemarse o destruirse de cualquier manera durante un tiempo suficiente para permitir que una capa subyacente de un material ceramificable complete su ceramificación.

35 **[0034]** Según una primera realización preferida de la invención, la capa de protección contra llamas puede comprender fibras de vidrio o mica, ensambladas para formar hilos, cintas u hojas, que se pueden envolver alrededor del cable para formar una capa continua. Se prefieren particularmente cintas de mica, hilos de vidrio o combinaciones de los mismos.

40 **[0035]** Según una segunda realización preferida de la invención, la capa de protección contra llamas puede comprender una cinta metálica, particularmente una cinta de acero o cobre, que se envuelve longitudinal o helicoidalmente alrededor del cable para formar una capa continua. Preferiblemente, la cinta metálica está recubierta en ambos lados con una capa de polímero delgada, generalmente un copolímero de etileno. Preferiblemente, la cinta  
45 metálica es corrugada, para mejorar la flexibilidad.

**[0036]** Tal como se informó anteriormente, el cable óptico resistente al fuego según la presente invención puede comprender además al menos una funda ignífuga. Dicha al menos una funda ignífuga puede posicionarse como la  
50 capa de cable más externa (es decir, como envoltura exterior).

**[0037]** En una realización preferida de la invención, el cable óptico resistente al fuego según la presente invención puede comprender al menos dos fundas ignífugas, la primera en la posición más externa (para realizar la función de funda exterior del cable) y la segunda en una posición interna con respecto a la capa de protección contra llamas. En esta disposición, la capa de protección contra llamas está intercalada entre las dos fundas ignífugas.

55 **[0038]** La o las fundas ignífugas pueden estar formadas por una composición que comprende al menos un material polimérico y al menos un relleno ignífugo. El material polimérico puede seleccionarse de entre: poliolefinas, por ejemplo, polietileno, polipropileno, copolímeros de etileno con alfa-olefinas; copolímeros de etileno con ésteres etilénicamente insaturados; poliésteres; y similares, o mezclas de los mismos. El relleno ignífugo puede seleccionarse de entre: hidróxidos, óxidos hidratados o sales hidratadas de metales, en particular de aluminio o magnesio, tales como hidróxido de magnesio o trihidrato de alúmina, o mezclas de los mismos.  
60

**[0039]** Tal como se informó anteriormente, en una realización preferida de la invención, la pluralidad de fibras ópticas están dispuestas en micromódulos. Los micromódulos de fibra óptica pueden tener una estructura según la  
65 técnica conocida. Generalmente comprenden una pluralidad de fibras ópticas rodeadas por al menos un elemento de

retención. Las fibras ópticas pueden disponerse individualmente o en grupos de hasta 24, preferiblemente hasta 12. El elemento de retención generalmente está hecho de un material polimérico, por ejemplo, polietileno, copolímeros de etileno-propileno, copolímeros de etileno-vinilacetato o mezclas de los mismos. El material polimérico generalmente contiene un pigmento o tinte para impartir un color específico útil para fines de identificación. El elemento de retención  
 5 puede tener un diámetro interior que es ligeramente mayor (típicamente de menos de 0,2 mm, más preferiblemente de 0,05 mm a 0,15 mm) que el diámetro exterior total de la pluralidad de fibras ópticas alojadas en él (para formar una configuración llamada "semiapretada" o "casi apretada"). Preferiblemente, cada micromódulo incluye fibras ópticas en una cantidad de 1 a 24, más preferiblemente de 1 a 12. Por lo tanto, los micromódulos se caracterizan por una cantidad mínima de material de recubrimiento además de las fibras ópticas, y esta característica es ventajosa para mantener  
 10 la capacidad de transmisión de las fibras ópticas en caso de incendio, ya que cuanto menor es la cantidad de material de recubrimiento, menor es el riesgo de atenuación de la señal debido a las tensiones mecánicas ejercidas sobre las fibras ópticas como consecuencia de las modificaciones del material de recubrimiento causadas por el fuego.

**[0040]** Dependiendo de la aplicación, los micromódulos de fibra óptica pueden estar rodeados por al menos  
 15 una cinta de separación que está colocada hacia adentro con respecto a la capa tubular. La cinta de separación puede ser útil para proteger los micromódulos durante la extrusión de la capa tubular. Además, especialmente en el caso de instalaciones al aire libre, la cinta de separación se puede utilizar para impedir la penetración longitudinal del agua. En este último caso, la cinta de separación está hecha preferiblemente de un material de poliéster asociado con un polvo hidrófilo.

**[0041]** Para algunas aplicaciones, los micromódulos de fibra óptica pueden incluir un relleno de hidrófugo, que puede ser en forma de una composición similar a grasa o de una composición en polvo hidrófilo (véanse, por ejemplo, las solicitudes de patente WO 00/58768 y WO 2005/022230).

**[0042]** El cable óptico resistente al fuego según la presente invención también puede incluir elementos adicionales tales como:

- elementos de resistencia longitudinal que proporcionan resistencia a las tensiones mecánicas longitudinales;
- cintas hidrófilas que impiden que el agua y/o la humedad penetren en el núcleo del cable;
- 30 - blindaje metálico para mejorar la resistencia a las tensiones mecánicas transversales y para proteger contra ataques biológicos (por ejemplo, roedores);
- blindaje dieléctrico para aumentar el rendimiento mecánico del cable según la aplicación específica;
- cintas de vidrio gruesas para todos los diseños de cables dieléctricos a prueba de roedores;
- todo blindaje dieléctrico hecho mediante elementos planos o redondos compuestos de vidrio;
- 35 - blindaje de alambre metálico.

#### Breve descripción del dibujo

**[0043]** Las características adicionales serán evidentes a partir de la descripción detallada proporcionada en lo  
 40 sucesivo con referencia al dibujo adjunto, en el que:

La Figura 1 es una vista en sección transversal de un cable óptico resistente al fuego según una primera realización de la presente invención;

La Figura 2 es una vista en sección transversal de un cable óptico resistente al fuego según una segunda  
 45 realización de la presente invención;

La Figura 3 es una vista en sección transversal de un cable óptico resistente al fuego según una tercera realización de la presente invención;

La Figura 4 es una curva de atenuación de señal o cambio de pérdida ( $\alpha$ ), expresada en db, a 1550 nm de longitud de onda medida en el tiempo (t), expresado en minutos, para una muestra de cable de referencia;

50 La Figura 5 es una curva de atenuación de señal o cambio de pérdida ( $\alpha$ ), expresada en db, a 1550 nm de longitud de onda medida en el tiempo (t), expresada en minutos, para una muestra de cable según la invención.

#### Descripción detallada de las realizaciones preferidas de la invención

**[0044]** Con referencia a la Figura 1, el cable óptico resistente al fuego (10) según una primera realización de la presente invención comprende, desde el interior hasta el exterior, una pluralidad de conjuntos de fibra óptica (11), preferiblemente en forma de micromódulos que comprenden una pluralidad de fibras ópticas (no mostradas en la figura), dispuestos individualmente o en haces, y rodeados por un elemento de retención (o tubo amortiguador) (no mostrado en la figura). La pluralidad de conjuntos de fibra óptica (11) están rodeadas por una cinta de separación (12)  
 60 como se describió anteriormente. El espacio entre los conjuntos de fibra óptica (11) y delimitado por la cinta de separación (12) puede llenarse opcionalmente con un relleno hidrófugo.

**[0045]** Alrededor de la cinta de separación (12), se coloca una capa tubular (13) hecha de un material ceramificable. La capa tubular (13) puede estar opcionalmente rodeada por una armadura totalmente dieléctrica (14),  
 65 que puede estar hecha, por ejemplo, de fibras de alta resistencia, tales como fibras de aramida y/o de vidrio.

**[0046]** Como se muestra en la Figura 1, el cable puede comprender opcionalmente una cinta hidrófila (15) envuelta alrededor de toda la armadura dieléctrica (14), que es capaz de bloquear cualquier posible entrada de agua al cable.

5

**[0047]** Según la presente invención, el cable (10) comprende además una capa de protección contra llamas (16) que, en la primera realización mostrada en la Figura 1, puede estar hecha de una cinta de acero o cobre corrugado, sellada longitudinalmente recubierta por una capa termoplástica.

10 **[0048]** Finalmente, el cable (10) según la Figura 1 está cubierto por una envoltura exterior (17) hecha de un material termoplástico (por ejemplo, polietileno) o preferiblemente por una composición termoplástica ignífuga. La envoltura exterior (17) puede ser proporcionada por un par de miembros de resistencia longitudinal (18), generalmente hechos de plástico reforzado con vidrio.

15 **[0049]** La Figura 2 muestra una segunda realización del cable óptico resistente al fuego (20) según la presente invención que comprende, desde el interior hasta el exterior, una pluralidad de conjuntos de fibra óptica (21) rodeados por una cinta de separación (22) como se describió anteriormente. Alrededor de la cinta de separación (22), se coloca una capa tubular (23) hecha de un material ceramificable. La capa tubular (23) puede estar opcionalmente rodeada por una cinta hidrófila (24).

20

**[0050]** El cable (20) de la Figura 2 comprende además una primera funda ignífuga (25) (envoltura interior), opcionalmente provista de un par de miembros de resistencia longitudinal (26), y una segunda funda ignífuga (28) (envoltura exterior). Una capa de protección contra llamas (27) está interpuesta entre la primera (25) y la segunda (28) funda ignífuga. En la segunda realización mostrada en la Figura 2, la capa de protección contra llamas (27) puede estar hecha de cintas de mica envueltas alrededor del núcleo del cable.

25

**[0051]** La Figura 3 muestra una tercera realización del cable óptico resistente al fuego (30) según la presente invención que comprende, desde el interior hasta el exterior, una pluralidad de conjuntos de fibra óptica (31) rodeados por una cinta de separación (32) como se describió anteriormente. Alrededor de la cinta de separación (22), se coloca una capa tubular (33) hecha de un material ceramificable.

30

**[0052]** Según la tercera realización mostrada en la Figura 3, la capa tubular (33) está rodeada por dos capas de protección contra llamas, estando la primera capa de protección contra llamas (34) hecha de cintas de mica, mientras que la segunda capa de protección contra llamas (35) está hecha de hilos de vidrio. En realizaciones alternativas, con el fin de reducir el diámetro del cable (30), solo puede estar presente una de las dos capas de protección (34, 35). El cable (30) de la Figura 3 comprende además una funda ignífuga (36) (envoltura exterior).

35

**[0053]** Las figuras anteriores muestran solo algunas realizaciones de un cable según la invención. Se pueden realizar modificaciones adecuadas a estas realizaciones según las necesidades técnicas específicas y los requisitos de aplicación sin apartarse del alcance de la invención.

40

**[0054]** Los siguientes ejemplos se proporcionan para ilustrar adicionalmente la invención.

#### EJEMPLO 1.

45

**[0055]** En un elemento tubular hecho de polietileno, se alojaron 12 micromódulos de fibra óptica. Cada micromódulo estaba constituido por 12 fibras ópticas insertadas en un tubo amortiguador de polietileno ignífugo (Casico FR4805), que tiene un diámetro nominal interno de 1,1 mm y un diámetro nominal externo de 1,4 mm. El tubo amortiguador se llenó con un relleno hidrófugo a base de gel de silicona.

50

**[0056]** El elemento tubular estaba rodeado por una armadura hecha de una cinta de acero corrugado envuelta longitudinalmente y sellada térmicamente a lo largo del solapamiento, y a continuación por una envoltura exterior hecha de polietileno, provista de dos miembros de resistencia longitudinal incrustados en la propia envoltura exterior.

55 **[0057]** La muestra de cable óptico anterior se sometió a una prueba de resistencia al fuego según la norma internacional IEC 60331-25 (1999, 1ª edición). Se posicionó una muestra de cable horizontalmente por medio de dos soportes y se colocó un quemador debajo de la muestra a una distancia de aproximadamente 75 mm. Se suministró gas propano al quemador con el fin de obtener una llama con una temperatura entre 850 y 900 °C. Durante la prueba, la atenuación de la señal a 1550 nm de longitud de onda se midió en el tiempo por medio de una fuente de energía y un medidor de potencia óptica. Se entrelazó una cantidad adecuada de fibras con el fin de lograr una mejor precisión durante el registro de la variación de atenuación. La curva así obtenida de cambio de pérdida (dB) frente al tiempo (min) se indica en la Figura 4.

60

**[0058]** Como se muestra por la curva anterior, es evidente que, durante la aplicación de la llama en el cable, el aumento de atenuación fue bastante pequeño, con un ligero aumento a aproximadamente 40 minutos. Sin embargo,

65

después de 70 minutos la llama se extinguió y se observó un aumento pronunciado en el valor de atenuación. Seis minutos después de la extinción del fuego, se observó la rotura de al menos una de las fibras ópticas.

5 **[0059]** La prueba anterior muestra claramente que una capa de protección contra llamas tal como una cinta de acero corrugado es adecuada para limitar la atenuación de la señal durante el fuego, pero da resultados insatisfactorios en las etapas posteriores a la extinción de la llama.

EJEMPLO 2.

10 **[0060]** Se produjo una muestra de cable según la Figura 1 (pero sin la armadura totalmente dieléctrica (14) y la cinta hidrófila (15)), mediante el uso de 12 micromódulos de fibra óptica como se describe en el Ejemplo 1. La capa de protección contra llamas estaba constituida por la misma cinta de acero corrugado del Ejemplo 1. La capa tubular estaba hecha de un material ceramificable que tenía la siguiente composición:

Engage™ 8200	23,3	% en peso
Vulkanox™ HS/LG	0,7	“
Moplen™ RP 210 G	5,8	“
Whitetex™	23,3	“
Dynasylan™ VTMOEO	0,1	“
Frita de vidrio	12,7	“
Nanofil™ 5	5,8	“
Mistrobond™ R10 C	29,2	“

15

Engage™ 8200: copolímero de etileno/1-octeno (Dow);

Vulkanox™ HS/LG: 2,2,4-trimetil-1,2-dihidroquinolina, polimerizada (antioxidante TMQ) (Lanxess); Moplen™ RP 210 G: homopolímero de propileno (Lyondell Basell);

20

Whitetex™: arcilla calcinada (Engelhard);

Dynasylan™ VTMOEO: viniltris(2-metoxietoxi)silano (Degussa);

25

Nanofil™ 5: nanorelleno laminar funcionalizado (Rockwood);

Mistrobond™ R10 C: talco (Luzenac).

30 **[0061]**

El cable final tenía las siguientes características:

Capa tubular ceramificable:	6,4/8,4 mm (diámetros interior/exterior)
Cinta de acero corrugado:	42 mm de ancho;
Diámetro sobre tubo de acero:	11,8 mm
Miembros de resistencia:	diámetro 1,8 mm
Envoltura exterior:	diámetro 16 mm

35

**[0062]** La muestra de cable óptico anterior se sometió a una prueba de resistencia a la llama según la norma internacional IE 60331-25 (1999, 1ª edición) tal como se describió anteriormente en el Ejemplo 1. La curva así obtenida de cambio de pérdida (dB) frente al tiempo (min) se indica en la Figura 5.

**[0063]** Como resultado de la curva anterior, el aumento de atenuación durante el fuego fue muy bajo (inferior a 0,02 dB) y, a diferencia del Ejemplo 1, ese valor se mantuvo también después de la extinción del fuego. No se observó rotura de ninguna fibra óptica.

40 EJEMPLO 3.

**[0064]** Se produjo una muestra de cable según el Ejemplo 2, pero sin la cinta de acero corrugado. Durante la prueba de resistencia a la llama, la capa ceramificable se quemó y las fibras ópticas se rompieron.

**REIVINDICACIONES**

1. Un cable óptico resistente al fuego (10; 20; 30) que comprende:
- 5 una pluralidad de fibras ópticas (11; 21; 31);  
al menos una capa tubular (13; 23; 33) de un material ceramificable extruible que rodea la pluralidad de fibras ópticas (11; 21; 31), comprendiendo dicho material ceramificable extruible: al menos un material polimérico; al menos una frita de vidrio; al menos un relleno inorgánico inerte;  
al menos una capa de protección contra llamas (16; 27; 34, 35) que rodea la capa tubular;
- 10 **caracterizado porque** la pluralidad de fibras ópticas (11; 21; 31) están dispuestas en micromódulos.
2. El cable óptico resistente al fuego según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el material polimérico se selecciona de entre: poliolefinas (homopolímeros y copolímeros); copolímeros de etileno con al menos un éster etilénicamente insaturado; poliésteres; poliéteres; copolímeros de poliéter/poliéster; siliconas; y
- 15 mezclas de los mismos.
3. El cable óptico resistente al fuego según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el material polimérico está presente en el material ceramificable extruible en una cantidad del 10 al 60 % en peso, con respecto al peso total del material.
- 20
4. El cable óptico resistente al fuego según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la frita de vidrio está presente en el material ceramificable extruible en una cantidad del 2 al 70 % en peso, con respecto al peso total del material.
- 25
5. El cable óptico resistente al fuego según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el relleno inorgánico inerte se selecciona de entre: silicatos; hidróxidos; óxidos hidratados; sales o sal hidratada de metales; o mezclas de los mismos.
6. El cable óptico resistente al fuego según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el
- 30 relleno inorgánico inerte está presente en el material ceramificable extruible en una cantidad del 20 al 80 % en peso, con respecto al peso total del material.
7. El cable óptico resistente al fuego según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el relleno inorgánico inerte tiene al menos parcialmente la forma de nanopartículas.
- 35
8. El cable óptico resistente al fuego según la reivindicación 7, en el que las nanopartículas de relleno inorgánico inerte están presentes en una cantidad no superior al 20 % en peso, con respecto al peso total del material ceramificable extruible.
- 40
9. El cable óptico resistente al fuego según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la capa tubular (13; 23; 33) tiene un espesor de 0,5 a 2,0 mm.
10. El cable óptico resistente al fuego según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la capa de protección contra llamas (16; 27; 34, 35) comprende fibras de vidrio o mica, ensambladas para formar hilos, cintas
- 45 u hojas.
11. El cable óptico resistente al fuego según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que la capa de protección contra llamas (16; 27; 34, 35) comprende una cinta metálica envuelta longitudinal o helicoidalmente alrededor del cable para formar una capa continua.
- 50
12. El cable óptico resistente al fuego según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que comprende además al menos una funda ignífuga (17; 25, 28; 36).
13. El cable óptico resistente al fuego según la reivindicación 12, que comprende al menos dos fundas
- 55 ignífugas (25, 28), la primera (25) en la posición más externa del cable, la segunda (28) en una posición interna con respecto a la capa de protección contra llamas (27).

FIG 1

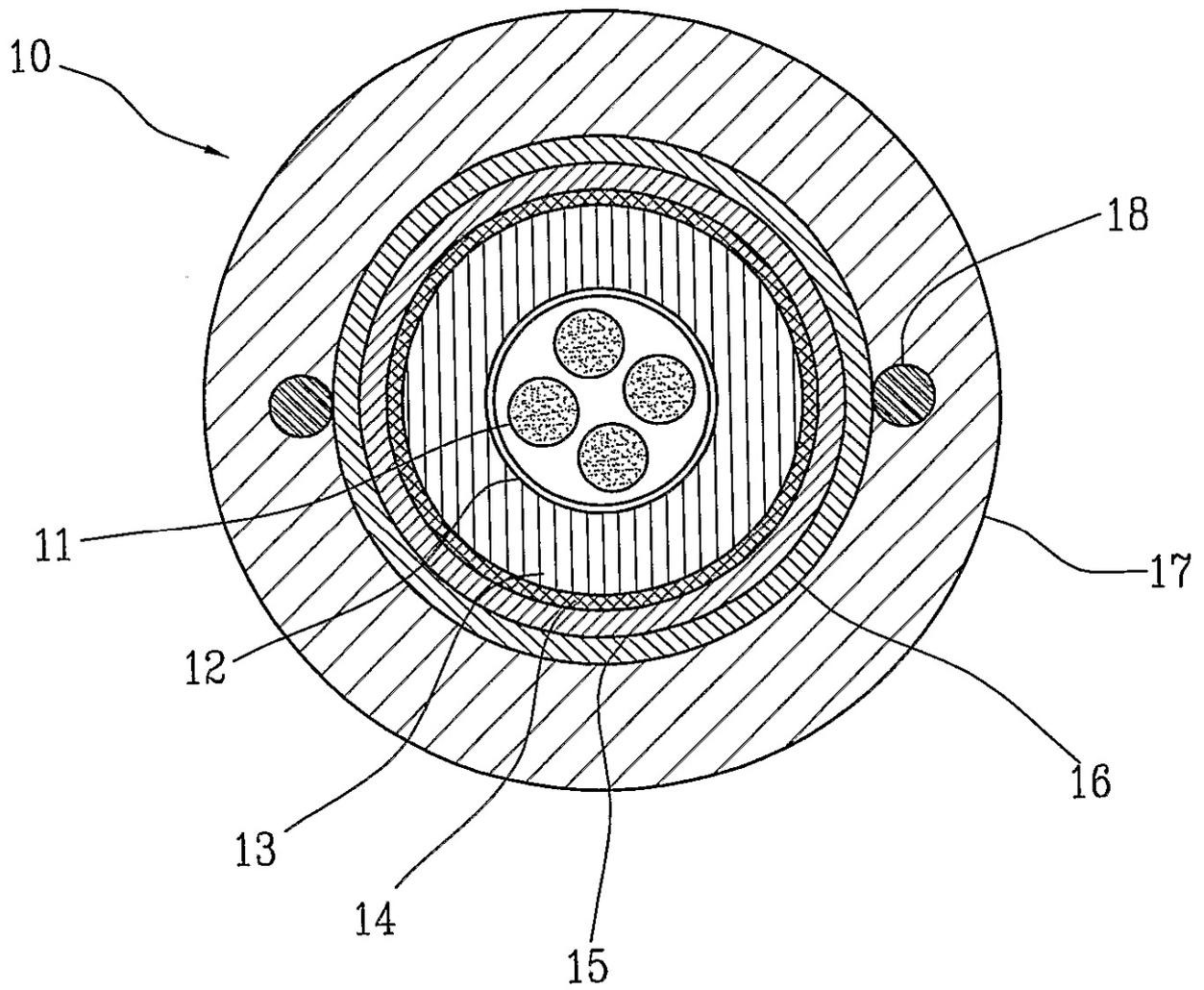


FIG 2

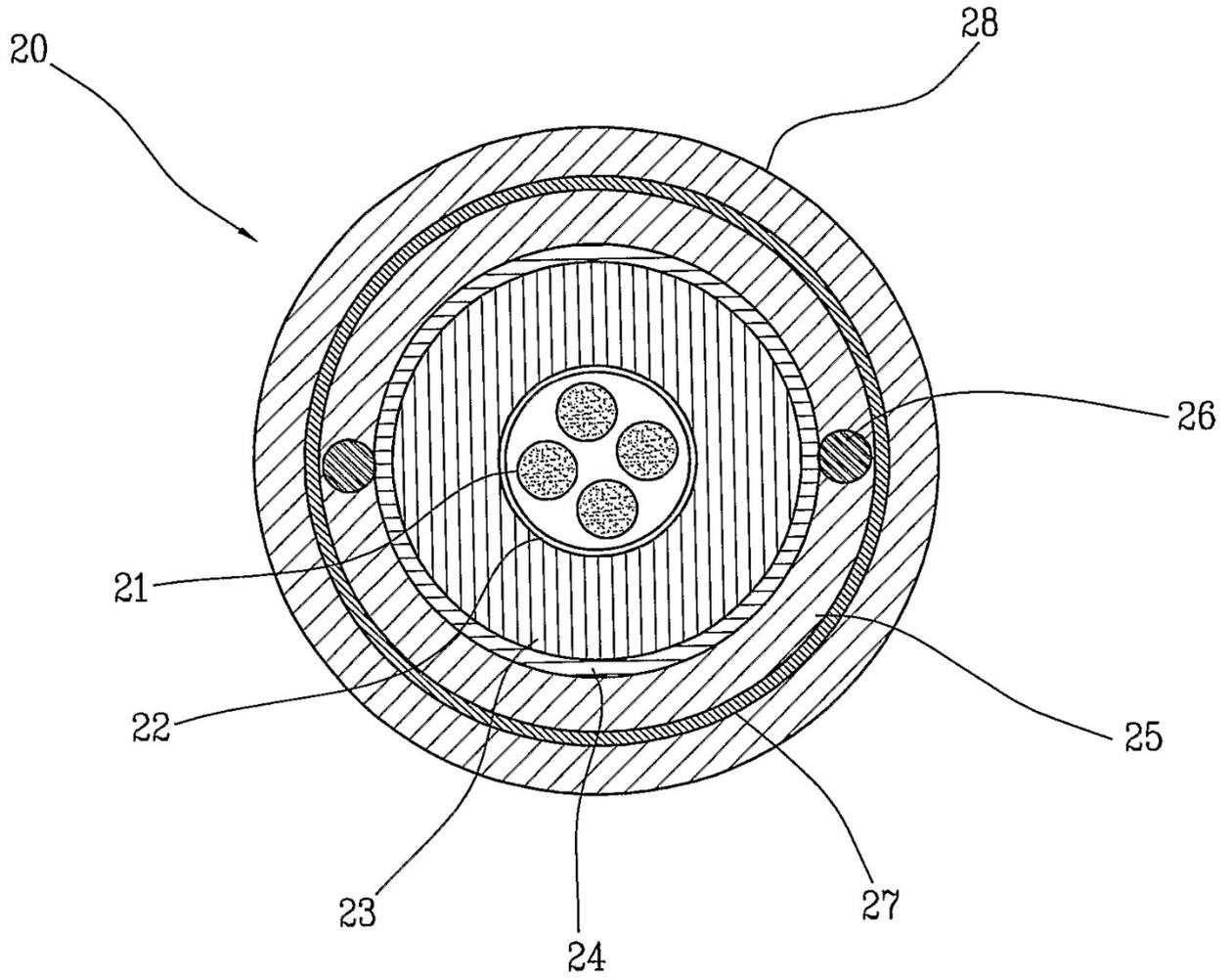


FIG 3

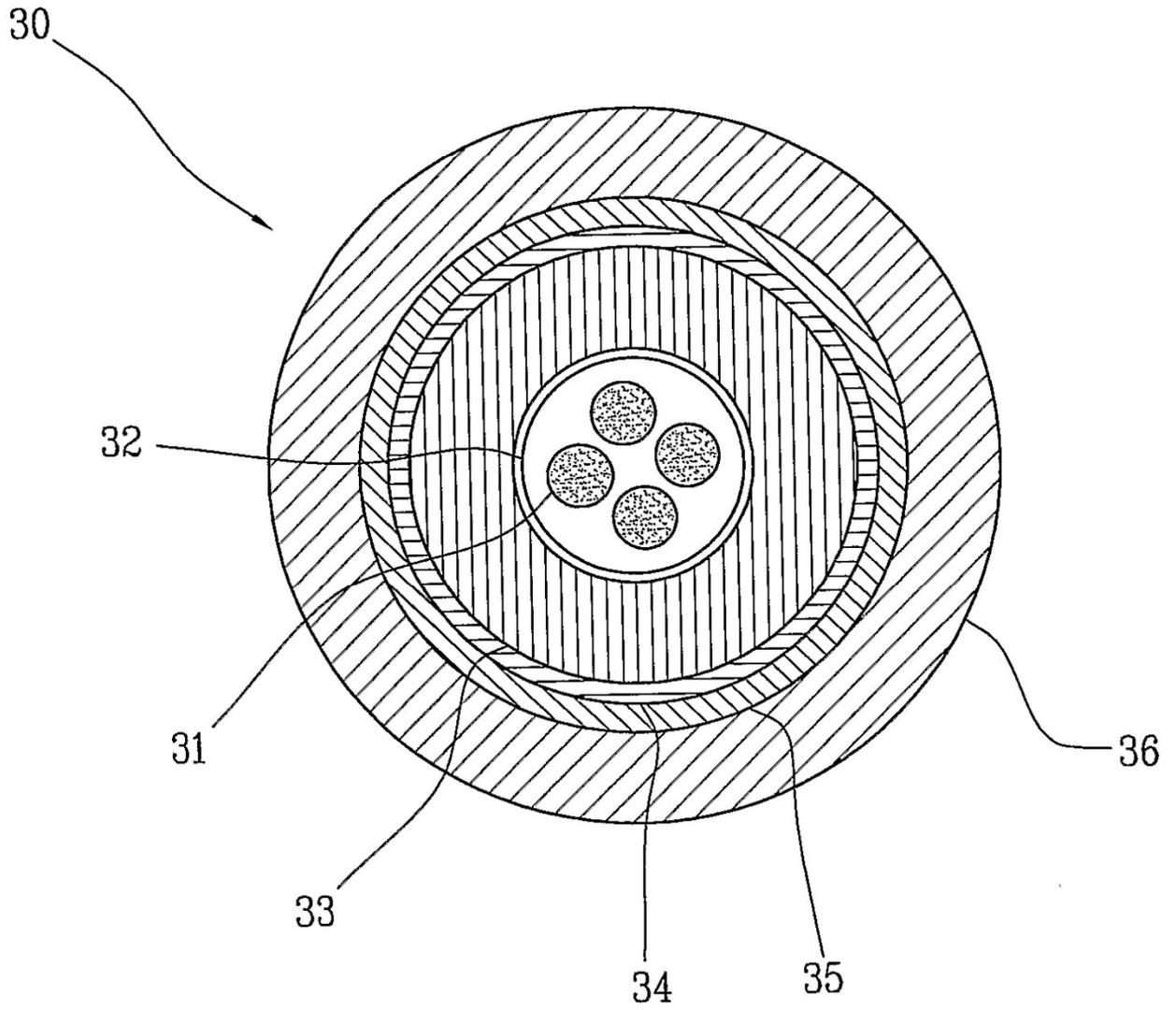


FIG 4

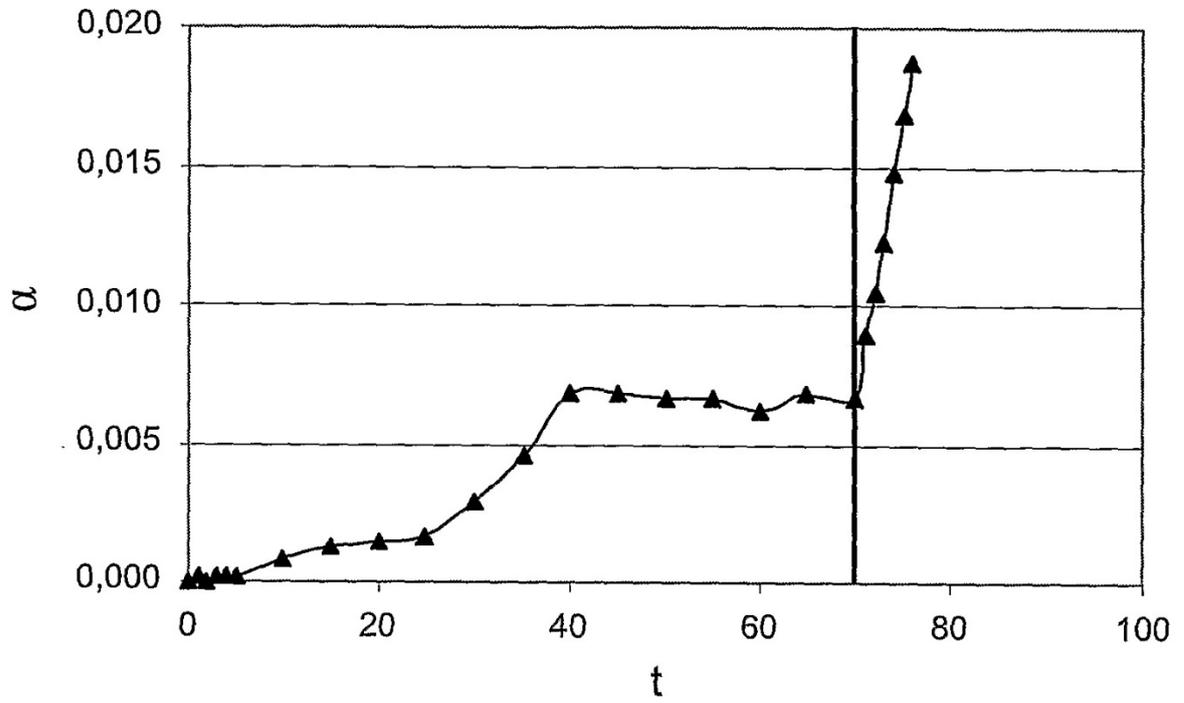


FIG 5

