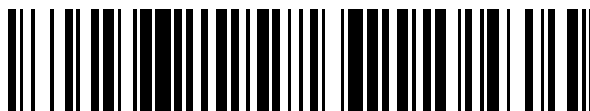


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 727 716**

51 Int. Cl.:

**H01B 13/14** (2006.01)

**H01B 7/295** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **12.09.2014 PCT/IB2014/064474**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.03.2016 WO16038427**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.09.2014 E 14792873 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **27.02.2019 EP 3192082**

54 Título: **Cable resistente al fuego con capa apta para formación de cerámica**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**18.10.2019**

73 Titular/es:

**PRYSMIAN S.P.A. (100.0%)**

**Via Chiese, 6  
20126 Milano, IT**

72 Inventor/es:

**SCRIMA, VITO y  
TOSI, FABIO**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 727 716 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 resistente al fuego con capa apta para formación de cerámica

**Antecedentes de la invención**

5 La presente invención se refiere a un cable resistente al fuego. Más particularmente, la presente invención se refiere a un cable de datos o cable eléctrico resistente al fuego que es capaz de continuar operando y mantener la integridad de un circuito durante un determinado período de tiempo cuando se somete al fuego. El cable de la presente invención también es resistente al agua y tensiones mecánicas, tales como las provocadas por chorros de agua en las operaciones de extinción de incendios.

10 Como se sabe, por ejemplo, a partir de CEI EN 50200 y CEI 20-22/2, el cable de datos o eléctrico resistente al fuego (conocido como cable "resistente al fuego") es un cable configurado para ser capaz de continuar funcionando con rendimiento aceptable incluso si, debido al fuego, queda expuesto a la llama directa durante un período de tiempo, a temperaturas de hasta 800-900 °C o mayores.

15 Los cables resistentes al fuego se usan con fines diversos en los campos de construcción civil y transporte, donde se usan, por ejemplo, en luces de emergencia, sistemas de alarma y detección automática de incendio, sistemas de extinción de incendios, salidas de emergencia automáticas, sistemas de elevación, activación de obturadores o salidas de humos, ventiladores, acondicionamiento de aire y sistemas de vigilancia de teléfono y video.

20 En el estado de la técnica, se conocen los cables resistentes al fuego que comprenden composiciones que forman una cerámica resistente al fuego a temperaturas elevadas. El documento US 2006068201, por ejemplo, describe cables eléctricos que comprenden una capa aislante y/o funda para proporcionar una cerámica resistente al fuego en condiciones de incendio, comprendiendo la capa aislante y/o la capa de fundare:

- al menos un 15 % en peso basado en el peso total de la composición de una composición de base polimérica que comprende al menos un 50 % en peso de un polímero orgánico;
- al menos un 15 % en peso basado en el peso total de la composición de una carga mineral de silicato, y
- al menos una fuente de óxido fundente que está opcionalmente presente en dicha carga mineral de silicato, en los que tras la exposición a una temperatura elevada experimentada bajo condiciones de incendio, un óxido fundente está presente en una cantidad de un 1 a un 15 % en peso del residuo.

30 Es probable que el óxido fundente sea un óxido de boro o un óxido de metal seleccionado entre óxidos de potasio y sodio. Un precursor de óxido fundente puede ser un precursor de carbonato de metal para los óxidos de metal. El borato de cinc es un precursor útil para el óxido bórico. La composición puede contener dióxido de silicio como resultado de quedar expuesto a temperatura elevada. También se puede añadir sílice como componente de carga por separado.

35 El documento WO 2010/142917 divulga un cable eléctrico que incluye una capa de aislamiento que incluye una primera capa polimérica que rodea al conductor eléctrico, obteniéndose la primera capa a partir de una primera composición que incluye un polímero de matriz formado a partir de un polímero termoplástico, y al menos una carga de formación de cerámica. La capa de aislamiento además incluye una segunda capa polimérica reticulada que rodea a dicha primera capa, obteniéndose la segunda capa a partir de una segunda composición que incluye un polímero de matriz que contiene poliolefinas y está sustancialmente libre de cualquier carga de formación de cerámica o compuesto de halógeno.

40 La carga de formación de cerámica puede estar seleccionada a partir de una carga cerámica apta para fusión y una carga refractaria o mezcla de las mismas. La carga cerámica apta para fusión puede ser al menos una carga mineral seleccionada a partir de borato de cinc. La carga refractaria puede ser al menos una carga mineral seleccionada entre óxido de magnesio, óxido de calcio, óxido de aluminio, óxido de silicio. La segunda composición puede comprender una carga mineral diferente de la de la primera composición, por ejemplo hidróxido de magnesio o trióxido de aluminio. La carga mineral también puede ser un carbonato. La segunda composición comprende al menos 90 partes en peso de carga mineral por cada 100 partes en peso de polímero.

45 El documento WO 2011/112704 hace referencia al aislamiento y camisas para cables con micropartículas de óxido usadas con los componentes del cable y el propio cable para aumentar la naturaleza de retardo de llama. En particular, el material de aislamiento y/o la camisa y/o el relleno incluyen micropartículas de óxido para formar un composite. Los óxidos preferidos incluyen silicio, aluminio, magnesio y sus óxidos dobles. Los óxidos de Zn y Fe también resultan apropiados para algunas realizaciones. Preferentemente, las micropartículas de óxido son partículas sólidas no porosas amorfas. Las micropartículas de óxido se pueden añadir a acetato de etileno o polietileno vinilo. La concentración de micropartículas de óxido puede ser de aproximadamente un 1 a un 80 % en peso del aislamiento, y lo más preferentemente de aproximadamente un 3-25 %. El aislamiento de composite puede incluir trihidrato de alúmina, hidróxido de magnesio, borato de cinc.

55

**Sumario de la invención**

5 Aunque funcione en muchas circunstancias, los cables resistentes al fuego que contienen composiciones aptas para formación de cerámica conocidos en la técnica, tras la exposición a las temperaturas elevadas que se encuentran normalmente en el fuego, pueden conducir a la formación de una capa cerámica que no es uniforme y coherente debido a la formación de fisuras o hinchamientos.

El solicitante, de este modo, ha afrontado el problema de proporcionar cables resistentes al fuego que comprenden composiciones aptas para formación de cerámica que, tras la exposición al fuego, se transforman para dar lugar a capas cerámicas sólidas uniformes y coherentes, que están sustancialmente libres de fisuras e hinchamientos.

10 Además, con el fin de garantizar la correcta operación, los cables deben ser capaces de soportar tensiones mecánicas intensas, tales como vibración, impacto, compresión y similares, a las cuales se ven típicamente sometidos debido a las operaciones de extinción y evacuación de incendios (por ejemplo, chorros de agua por parte de sustancias hidratantes). El solicitante ha descubierto que en una composición polimérica que contiene sílice como agente de formación de cerámica, la presencia de determinado agente de estabilización y agente fundente puede proporcionar la formación de un alquitrán apropiado para mantener el cable en condición de operación en presencia de fuego y  
15 tensión mecánica.

En particular, los problemas anteriores y otros que aparecen más claramente a partir de la siguiente descripción se pueden solucionar proporcionando un cable con una capa formada por una composición apta para formación de cerámica que comprende un copolímero de acetato de vinilo/etileno como material polimérico de base en el que se dispersan al menos: una cantidad mayor de un 25 % en peso de sílice, un agente de estabilización seleccionado entre  
20 al menos uno de MgO, CaO, PbO, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> o un precursor de los mismos, para proporcionar estabilidad mecánica al alquitrán, un agente fundente seleccionado entre un fundente alcalino para acelerar la formación de derivados de silicio térmicamente estables y una cantidad menor (no mayor de un 5 % en peso) de un hidróxido inorgánico retardador de llama para ralentizar la combustión de la matriz polimérica.

La composición anterior apta para formación de cerámica, tras exposición a las temperaturas elevadas tales como las provocadas por el fuego, reacciona para formar una capa cerámica que tiene excelentes propiedades de resistencia  
25 al fuego y que está sustancialmente libre de fisuras e hinchamientos. Además, la capa cerámica tiene una resistencia mecánica tal que el cable puede soportar tensiones mecánicas tales como las generadas por el impacto de chorros de agua procedentes de hidratantes. La capa resistente al fuego de la presente invención, de este modo, protege de forma efectiva el elemento conductor frente al fuego, permitiendo que el cable opere y proporcione integridad de  
30 circuito en caso de fuego durante un determinado período de tiempo.

Por lo tanto, de acuerdo con un primer aspecto, La presente invención se refiere a un cable resistente al fuego que comprende:

- al menos un elemento conductor;
- al menos una capa, que rodea a dicho elemento conductor, formada por una composición apta para formación de  
35 cerámica que comprende:
  - un material polimérico que comprende un copolímero de etileno/acetato de vinilo como polímero principal;
  - al menos un 25 % de sílice;
  - un agente fundente seleccionado entre óxidos de metal alcalino o un precursor de los mismos;
  - un agente de estabilización que comprende al menos uno de MgO, CaO, PbO, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> o un precursor de los  
40 mismos;
  - de un 0,1 % en peso a un 5 % en peso de un hidróxido seleccionado entre hidróxido de magnesio, hidróxido de aluminio y mezclas de los mismos;

estando expresados los porcentajes anteriores con respecto al peso de la composición apta para formación de cerámica.

45 De acuerdo con un segundo aspecto, la presente invención hace referencia a una composición apta para formación de cerámica y extrusión que comprende:

- un material polimérico que comprende un copolímero de etileno/acetato de vinilo como polímero principal;
- al menos un 25 % de sílice;
- un agente fundente seleccionado entre óxidos de metal alcalino o un precursor de los mismos;
- un agente de estabilización que comprende al menos uno de MgO, CaO, PbO, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> o un precursor de los  
50 mismos;
- de un 0,1 % en peso a un 5 % en peso de un hidróxido seleccionado entre hidróxido de magnesio, hidróxido de aluminio y mezclas de los mismos;

estando expresados los porcentajes anteriores con respecto al peso de la composición apta para formación de  
55 cerámica.

De acuerdo con la presente invención, por la expresión "composición apta para formación de cerámica" se entiende una composición apta para extrusión que, cuando se expone a un calentamiento intenso, por ejemplo tal como el producido por el fuego, experimenta combustión al menos parcial y forma un material cerámico coherente que tiene una resistencia mecánica apropiada para conservar sustancialmente su integridad estructural, es decir, las dimensiones originales obtenidas tras la extrusión, incluso bajo tensión térmica o mecánica.

Con la finalidad de la presente descripción y las reivindicaciones siguientes, excepto donde se indique lo contrario, todos los números que expresan cantidades, cantidades, porcentajes y similares, deben comprenderse como que están modificados en todos los casos por el término "aproximadamente". Asimismo, todos los intervalos incluyen cualquiera combinación de los puntos máximo y mínimo divulgados e incluyen cualesquiera intervalos intermedios de los mismos, que pueden o no enumerarse específicamente en el presente documento.

Con la finalidad de la presente descripción y las reivindicaciones siguientes, excepto donde se indique lo contrario, los porcentajes en peso de cada componente que forma la composición apta para formación de cerámica se expresan con respecto al peso de la composición apta para formación de cerámica.

Con la finalidad de la presente descripción y las reivindicaciones siguientes, la cantidad de cada componente se puede expresar también en términos de "por ciento de caucho" (phr), es decir, en términos de partes en peso del componente con respecto al peso total del material polimérico presente en la composición apta para formación de cerámica.

El cable resistente al fuego de la presente invención se puede usar para el transporte de datos o energía eléctrica.

Cuando el cable de la presente invención es un cable de transporte de energía, preferentemente dicho cable eléctrico es un cable para el transporte de corrientes eléctricas de baja tensión (LV), es decir, corrientes eléctricas de tensiones iguales o menores de 1 kV. De acuerdo con la presente invención, por la expresión "elemento conductor" se entiende un elemento estirado que tiene una longitud indefinida que puede estar formada bien por un material eléctricamente conductor, por ejemplo cobre o aluminio o un composite de los mismos, para el transporte de energía eléctrica o bien puede ser una fibra óptica para el transporte de luz.

De acuerdo con la presente invención, el elemento conductor está rodeado por al menos una capa que comprende una composición apta para formación de cerámica (en lo sucesivo denominada en la presente memoria como "capa apta para formación de cerámica").

El copolímero de etileno/acetato de vinilo de la composición apta para formación de cerámica de la invención puede ser reticulado.

Cuando el cable de transporte de energía de la presente invención es un cable eléctrico, preferentemente el copolímero de etileno/acetato de vinilo está reticulado. Cuando el cable de la presente invención es un cable de telecomunicaciones que contiene fibras ópticas como elemento conductor, preferentemente el copolímero de etileno/acetato de vinilo no está reticulado.

Cuando el cable de la presente invención es un cable eléctrico, preferentemente la capa apta para formación de cerámica se usa como capa de relleno (o carga intersticial) y/o funda externa.

Cuando el cable de la presente invención es un cable de telecomunicaciones que contiene fibras ópticas como elemento conductor, preferentemente la capa apta para formación de cerámica se usa como camisa para cable.

La composición apta para formación de cerámica comprende un material polimérico que comprende un copolímero de etileno/acetato de vinilo (EVA) como polímero principal. Por "polímero principal" se entiende que dicho al menos un copolímero de EVA está presente en una cantidad de al menos un 60 % en peso, preferentemente más de un 90 % en peso con respecto al peso del material polimérico. Preferentemente, la cantidad de dicho al menos un copolímero de EVA es hasta un 100 % en peso con respecto al peso de la composición polimérica.

En una realización preferida, el material polimérico comprende al menos dos copolímeros de EVA que tienen contenidos diferentes de acetato de vinilo, como polímero principal. La mezcla de dos copolímeros diferentes puede mejorar la aptitud de procesamiento de la composición, por ejemplo en términos de propiedades reológicas, y características mecánicas del producto sometido a extrusión.

Otros polímeros que se pueden incluir en el material polimérico, en una cantidad igual o menor de un 40 % en peso, preferentemente menor de un 30 % en peso del material polimérico, pueden estar seleccionados entre polietileno (PE), en particular PE de baja densidad (LDPE), PE de densidad media (MDPE), PE de alta densidad (HDPE) y PE lineal de baja densidad (LLDPE); copolímeros elastoméricos de etileno-propileno (EPM) o terpolímeros de etileno-propileno-dieno (EPDM); copolímeros de etileno/[met]acrilato; copolímeros termoplásticos de etileno/ $\alpha$ -olefina; y sus copolímeros o mezclas mecánicas.

Preferentemente, el material polimérico está presente en la composición apta para formación de cerámica en una cantidad de al menos un 20 % en peso, preferentemente de un 30 % en peso a un 50 % en peso, basado en el peso de la composición apta para formación de cerámica.

5 La composición apta para formación de cerámica de la invención comprende sílice (SiO<sub>2</sub>) en una cantidad de al menos un 25 % en peso (aproximadamente 66 phr). Preferentemente, la cantidad de sílice es de un 30 % en peso a un 60 % en peso (aproximadamente de 80 a 160 phr), más preferentemente de un 30 % en peso a un 50 % en peso (80-130 phr). Un contenido de sílice menor de un 25 % en peso podría resultar insuficiente para proporcionar una composición que sea apta para formación de cerámica. Un contenido de sílice mayor de un 60 % en peso podría dar lugar a una composición apta para formación de cerámica con propiedades mecánicas no apropiadas para el uso como capa de cable y/o la fabricación de la misma.

10 Ventajosamente, la sílice de la composición apta para formación de cerámica de la invención es sílice amorfa. Preferentemente, la sílice amorfa es un material en forma de polvo en el que las partículas tienen una forma sustancialmente esférica. El uso de sílice amorfa formada por partículas sustancialmente esféricas permite la extrusión de una composición apta para formación de cerámica que comprende una cantidad significativa de sílice (mayor de un 25 % en peso) sin aumentar la viscosidad de la composición hasta un punto en el que resulte problemático o casi imposible la extrusión, al menos a una velocidad aplicable a escala industrial.

15 El diámetro mediano (D50) de la partícula esférica de sílice está preferentemente dentro del intervalo de 100-200 nm. El área superficial específica (tal y como se mide por medio del procedimiento BET) está preferentemente dentro del intervalo de 10-30 m<sup>2</sup>/g. Una sílice comercial que se puede usar para llevar a cabo la presente invención se comercializa por parte de Elkem AS (Noruega) con el nombre comercial de SIDISTAR® R320.

20 La composición apta para formación de cerámica comprende un agente fundente seleccionado entre óxidos de metal alcalino o precursores de los mismos. Preferentemente, el agente fundente está seleccionado entre precursores de óxidos de metal alcalino, tales como carbonato de sodio, carbonato potásico y combinaciones de los mismos, debido a que los óxidos de metal alcalino como tales pueden tener una corrosividad y/o reactividad difíciles de manipular en una planta industrial.

25 Ventajosamente, en la composición apta para formación de cerámica de la invención, el agente fundente está presente en una cantidad de al menos un 3 % en peso, preferentemente al menos un 5 % en peso. Preferentemente, el agente fundente está presente en una cantidad de hasta un 15 % en peso, preferentemente hasta un 12 % en peso.

La composición apta para formación de cerámica comprende un agente de estabilización que comprende al menos un MgO, CaO, PbO y B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> o un precursor de los mismos. Por ejemplo, se puede usar borato de cinc como fuente de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> y se puede usar MgCO<sub>3</sub> como fuente de MgO.

30 En la composición apta para formación de cerámica de la invención, el agente de estabilización puede comprender un compuesto individual o una mezcla de compuesto. En una realización, el agente de estabilización es una mezcla de MgO, CaO, PbO o precursores de dichos óxidos. Preferentemente, el agente de estabilización es una mezcla de CaO, PbO y MgO o un precursor de MgO. Un precursor particularmente preferido de MgO es MgCO<sub>3</sub>.

En otra realización, el agente de estabilización es una mezcla de CaO, PbO o precursores de dichos óxidos.

35 En una realización adicional, el agente de estabilización está seleccionado entre B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> o un precursor del mismo. Un precursor particularmente preferido de B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> es borato de cinc.

Ventajosamente, la composición apta para formación de cerámica comprende de un 5 % en peso a un 15 % en peso del agente estabilizador.

40 La composición apta para formación de cerámica de la presente invención comprende de un 0,1 a un 5 % en peso, preferentemente de 1 a 3,5 % en peso, de un hidróxido seleccionado entre hidróxido de magnesio, hidróxido de aluminio y mezclas de los mismos. Preferentemente, el hidróxido es hidróxido de aluminio.

45 Sin pretender quedar ligado a teoría alguna para explicar la presente invención, el solicitante piensa que el agente fundente favorece la formación de compuestos de silicato partiendo de las partículas de sílice y las partículas de óxido presentes en la composición apta para formación de cerámica. Con este fin, el óxido fundente podría tener el efecto de rebajar la temperatura de fusión de la sílice, favoreciendo de este modo su reacción con los óxidos de metal alcalinos generados por el agente fundente. Los silicatos formados contribuyen a la formación de la capa cerámica, que está reforzada por los agentes de estabilización. La combinación anterior de componentes conduce a la transformación de la composición apta para formación de cerámica de la presente invención para dar lugar a un material cerámico capaz de resistir hasta temperaturas elevadas tales como las presentes en caso de incendio, y soportar las tensiones mecánicas, tales como las provocadas por chorros de agua en los sistemas de extinción de incendios. La capa cerámica también está sustancialmente libre de fisuras visibles e hinchamientos.

La composición apta para formación de cerámica de la presente invención también puede incluir otros componentes, tales como lubricantes, plastificantes y antioxidantes.

55 Además, para mejorar la compatibilidad entre la carga inorgánica de la composición apta para formación de cerámica y el material polimérico, se puede añadir un agente de acoplamiento a la composición apta para formación de cerámica. Dicho agente de acoplamiento puede estar seleccionado por ejemplo 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 y dicarboxílicos que contienen al menos una insaturación de etileno, o derivados de los mismos tales como, por ejemplo, anhídridos o ésteres.

5 En una realización preferida, al menos el polímero de base de la composición apta para formación de cerámica está reticulado. La reticulación se puede obtener por medio de inclusión en la composición apta para formación de cerámica de uno o más agentes de reticulación, preferentemente compuestos de peróxido, y posiblemente agentes de co-curado, tales como compuestos de trialilcianurato.

10 La composición apta para formación de cerámica se puede preparar por medio de mezcla de sus componentes con cualquier procedimiento conocido en la técnica de la preparación de polímeros tale como mezcladores internos, extrusores de doble husillo, amasadores, mezcladores de tiras y similares.

La fabricación del cable de acuerdo con la presente invención se puede llevar a cabo de acuerdo con técnicas conocidas, en particular por medio de extrusión de una capa de la composición apta para formación de cerámica sobre el elemento conductor, posteriormente, preferentemente, por medio de reticulación de dicha composición apta para formación de cerámica.

### 15 **Breve descripción del dibujo**

Las características adicionales resultarán evidentes a partir de la descripción detallada proporcionada a continuación con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

20 La Figura 1 es una vista en corte transversal de un cable de acuerdo con la invención para transmisión de energía a baja tensión.

La Figura 2 es una vista en corte transversal de un cable de acuerdo con la invención para telecomunicaciones.

### **Descripción detallada de las realizaciones preferentes**

25 Haciendo referencia a la Figura 1, el cable 10 de transporte de energía resistente al fuego de acuerdo con la presente invención puede ser de tipo tripolar que comprende tres elementos conductores o conductores 2, cada uno cubierto por una capa aislante 3 para formar un núcleo 1. Los tres conductores 2 con capas 3 aislantes relevantes están rodeados por funda externa 5. Los tres núcleos 1 están trenzados juntos formando zonas intersticiales definidas como espacios entre los núcleos 1 y el cilindro (la funda externa 5) que envuelve a dichos núcleos. Un relleno o relleno intersticial 4 rellena las zonas intersticiales.

30 La constante de aislamiento  $k_i$  de la capa 3 aislante eléctrica es tal que las propiedades aislantes eléctricas requeridas con compatibles con las normas (por ejemplo, IEC 60502 u otras equivalentes a la misma). Por ejemplo, la capa 3 aislante eléctrica tiene una constante de aislamiento  $k_i$  igual o mayor de  $3,67 \text{ MOhm} \cdot \text{km}$  a  $90 \text{ }^\circ\text{C}$ .

Los conductores 2 pueden estar en forma de varilla sólida o de alambres combinados formados por un metal eléctricamente conductor tal como cobre o aluminio o un composite de los mismos.

35 De acuerdo con una primera realización, la funda externa 5 está formada por una composición apta para formación de cerámica de la presente invención. De acuerdo con una segunda realización, el relleno 4 está formado por una composición apta para formación de cerámica de la presente invención. Haciendo referencia a la Figura 2, un cable 20 de telecomunicaciones resistente al fuego de acuerdo con la presente invención comprende una pluralidad de fibras ópticas 21 agrupadas y alojadas en módulos 22 en un material polimérico, que opcionalmente contiene de forma adicional un material de bloqueo de agua (no mostrado) en forma de gel o filamentos. Los módulos 22 están trenzados alrededor de un miembro 23 de resistencia central y la camisa 24 rodea a los módulos y al miembro de resistencia.

40 De acuerdo con una realización de la invención, la camisa 24 está formada por una composición apta para formación de cerámica de la presente invención.

La presente descripción muestra únicamente algunas realizaciones de un cable de acuerdo con la invención. Dichas modificaciones se pueden llevar a cabo en estas realizaciones de acuerdo con las necesidades técnicas específicas y los requisitos de aplicación, sin que ello suponga apartarse del alcance de la invención.

45 Los siguientes ejemplos se proporcionan para ilustrar más la invención.

### **Ejemplos**

50 Se prepararon muestras de la composición apta para formación de cerámica de acuerdo con la presente invención por medio de mezcla de todos los componentes en un mezclador interno de Banbury (volumen: 1,6 l; factor de relleno un 80 %; velocidad de rotación: 50 rpm; temperatura de descarga del compuesto:  $140 \text{ }^\circ\text{C}$ ). También se prepararon muestras comparativas 009-011 con el mismo aparato. Las composiciones de todas las muestras se prepararon mediante el uso de componentes y cantidades (expresadas como % en peso con respecto al peso total de la composición) como se explica en la Tabla 1.

Tabla 1

Ingredientes	002	007	008	009*	010*	011*	012	022	023	024	026	027	030
EVA A	26,3	26,3	26,0	26,8	--	34,0	22,2	24,5	23,7	22,9	26,3	26,3	26,8
EVA B	11,3	11,3	11,1	11,5	--	14,6	9,5	10,5	10,1	9,8	11,3	11,3	11,5
EBA	--	--	--	--	37,6	--	--	--	--	--	--	--	--
SiO <sub>2</sub>	41,4	41,4	40,9	42,1	41,4	24,3	50,6	45,5	47,3	49,0	41,4	41,4	42,1
CaO	3,4	3,4	-	3,4	3,4	4,3	2,8	3,1	3,0	2,9	3,4	3,4	3,4
PbO	4,2	4,2	-	4,2	4,2	5,4	3,5	3,9	3,7	3,6	4,2	4,2	2,4
MgO	0,6	0,6	--	0,6	0,6	0,8	0,5	0,6	0,5	0,5	--	0,6	0,6
MgCO <sub>3</sub>	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	0,6	--	--
borato de Zn	--	--	9,2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
Al(OH) <sub>3</sub>	1,9	1,9	1,9	--	1,9	2,4	1,6	1,7	1,7	1,6	1,9	--	1,9
Mg(OH) <sub>2</sub>	--	--	--	--	--	--	--	-	-	-	--	1,9	--
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	7,4	7,4	7,3	7,5	7,4	9,5	6,2	6,9	6,6	6,4	7,4	7,4	7,5
Aditivos	3,7	3,7	3,6	3,7	3,7	4,8	3,0	3,5	3,4	3,2	3,7	3,7	3,7

- EVA A: copolímero de acetato de etilen vinilo que contiene un 28 % en peso de acetato de vinilo con respecto al peso del polímero;
- EVA B: copolímero de acetato de etilen vinilo que contiene un 45 % en peso de acetato de vinilo con respecto al peso del polímero;
- EBA: copolímero de etileno/acetato de butilo que contiene un 18 % en peso de acrilato de butilo con respecto al peso del copolímero;
- SiO<sub>2</sub>: sílice amorfa, BET = 20 m<sup>2</sup>/g, D50 = 150 nm (Sidistar R 320 TM);
- Aditivos: vinil tri(2-metoxietoxi)silano (agente de acoplamiento), polidimetilsiloxano (coadyuvante de procesado), tetraquis (3-(3,5-di-*terc*-butil-4-hidroxifenil) propionato de pentaeritritol) (antioxidante), 1,3-1,4-bis(*terc*-butilperoxiisopropil)-benceno (agente de reticulación); cianurato de trialilo (co-agente de curado).

Las composiciones marcadas con un asterisco son ejemplos comparativos.

Cada composición se creó con forma de placas, se reticuló durante 15 minutos a 180 °C y posteriormente se sometió a ensayo. En particular, las propiedades mecánicas, es decir, se evaluaron el estiramiento hasta rotura (EB - expresado como porcentaje) y la resistencia de tracción (TS - expresado en Mpa) sobre placas de 200x200x1 mm, al tiempo que se llevaron a cabo ensayos de fuego sobre comprimidos obtenidos a partir de placas de 150x100x3 mm.

Se llevaron a cabo ensayo de fuego colocando los comprimidos en un horno de mufla a temperaturas de 600 °C, 800 °C y 1000 °C. Se evaluaron el comportamiento de los comprimidos bajo calentamiento por medio de inspección visual y, cuando se enfriaron, por medio de golpeo suave con martillo para someter a ensayo la integridad del alquitrán.

Los resultados de los ensayos de fuego y mecánicos se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2.

Ensayo	002	007	008	009*	010*	011*	012	022	023	024	026	027	030
EB (%)	212	186	153	195	136	321	117	193	156	150	217	227	222
TS (MPa)	13,4	12,9	13,0	13,3	12,9	15,0	11,2	12,2	11,9	11,1	13	13,1	13,7
Ensayo de fuego	SÍ	SÍ	SÍ	NO	NO	NO	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ	SÍ

EB y TS deberían ser, respectivamente, mayores de un 120 % y 9,0 MPa, de acuerdo con IEC 60092-359:SHF2.

Un ensayo de fuego "SI" significa que la muestra mantuvo su integridad y forma sin fisuras que comprometieran su resistencia mecánica o hinchamientos a temperaturas de hasta 1000 °C.

A partir de los datos experimentales presentados en la Tabla 2, se puede apreciar que la mayoría de las muestras sometidas a ensayo tuvieron características mecánicas de acuerdo con la norma. La muestra de suela 012 tuvo un estiramiento hasta rotura ligeramente por debajo del valor buscado. La composición apta para formación de cerámica de la muestra 012 se puede usar todavía en un cable resistente al fuego como relleno intersticial (o relleno). El comportamiento mecánico de la muestra 012 apuntó que la cantidad de sílice mayor de un 60 % no pudo proporcionar una composición apta para formación de cerámica apropiada para la fabricación de un cable de transporte de energía.

## ES 2 727 716 T3

5 Ninguna de las muestras comparativas pasó el ensayo de fuego. En particular, la muestra 009\*, que no contenía ningún hidróxido de retardador de llama, se hinchó y perdió su integridad a 600 °C y se desagregó totalmente a 1000 °C. Se obtuvo el mismo resultado para la muestra 010\* que comprendía acrilato de etilen butilo (EBA) como polímero de base principal. La muestra 011\*, que comprendía una cantidad de sílice menor que la de la invención (22 % en peso frente a al menos un 25 % en peso), se fundió a 600 °C.

Las muestras de la composición de la presente invención permanecieron sustancialmente inalteradas tras calentamiento a 1000 °C o mostraron únicamente fisuras superficiales que no comprometieron su integridad.



**REIVINDICACIONES**

1. Un cable resistente al fuego (10; 20) que comprende:
- al menos un elemento conductor (2; 21);  
 al menos una capa (4, 5; 25), que rodea a dicho elemento conductor, formada por una composición apta para  
 5 formación de cerámica que comprende:
- un material polimérico que comprende un copolímero de etileno/acetato de vinilo como polímero principal;
  - al menos un 25 % en peso de sílice;
  - un agente fundente seleccionado entre óxidos de metal alcalino o precursores de los mismos;
  - un agente de estabilización que comprende al menos uno de: MgO, CaO, PbO, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> o un precursor de los  
 10 mismos;
  - de un 0,1 % en peso a un 5 % en peso de un compuesto de hidróxido seleccionado entre hidróxido de magnesio, hidróxido de aluminio y mezclas de los mismos;
- estando expresados los porcentajes anteriores con respecto al peso de la composición apta para formación de cerámica.
- 15 2. El cable resistente al fuego de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el material polimérico comprende al menos dos copolímeros de etileno/acetato de vinilo que tiene diferentes contenidos de acetato de vinilo como polímero principal.
3. El cable resistente al fuego de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el material polimérico está presente en una cantidad de al menos un 20 % en peso con respecto al peso de la composición apta para formación de cerámica.
- 20 4. El cable resistente al fuego de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la sílice está presente en una cantidad de un 30 % en peso a un 60 % en peso, más preferentemente de un 30 % en peso a un 50 % en peso, basado en el peso de la composición apta para formación de cerámica.
5. El cable resistente al fuego de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la sílice es una sílice amorfa formada por partículas sustancialmente esféricas.
- 25 6. El cable resistente al fuego de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el agente fundente está seleccionado entre precursores de óxidos de metal alcalino.
7. El cable resistente al fuego de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el agente fundente está presente en una cantidad de al menos un 3 % en peso con respecto al peso de la composición apta para formación de cerámica.
- 30 8. El cable resistente al fuego de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el agente de estabilización es una mezcla de MgO, CaO y PbO o de precursores de dichos óxidos.
9. El cable resistente al fuego de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el agente de estabilización es una mezcla de CaO, PbO y MgO o un precursor de MgO.
10. El cable resistente al fuego de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el agente de estabilización es una mezcla de CaO, PbO o de precursores de dichos óxidos.
- 35 11. El cable resistente al fuego de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el agente de estabilización está seleccionado entre B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> o un precursor del mismo.
12. El cable resistente al fuego de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la composición apta para formación de cerámica comprende de un 5 % en peso a un 15 % en peso del agente de estabilización.
13. El cable resistente al fuego de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el hidróxido es hidróxido de aluminio.
- 40 14. El cable resistente al fuego de acuerdo con la reivindicación 1, que es un cable de transporte de energía en el que la capa formada por una composición apta para formación de cerámica es una capa de relleno (4) y/o una funda externa (5).
15. El cable resistente al fuego de acuerdo con la reivindicación 1, en el que copolímero de etileno/acetato de vinilo está reticulado.
- 45 16. Una composición apta para formación de cerámica y que se puede extrudir, que comprende:
- un material polimérico que comprende un copolímero de etileno/acetato de vinilo como polímero principal;
  - al menos un 25 % en peso de sílice;
  - un agente fundente seleccionado entre óxidos de metal alcalino o un precursor de los mismos;
  - un agente de estabilización que comprende al menos uno de MgO, CaO, PbO, B<sub>2</sub>O<sub>3</sub> o un precursor de los  
 50 mismos;

## ES 2 727 716 T3

- de un 0,1 % en peso a un 5 % en peso de un hidróxido seleccionado entre hidróxido de magnesio, hidróxido de aluminio y mezclas de los mismos;

estando expresados los porcentajes anteriores con respecto al peso de la composición apta para formación de cerámica.

5

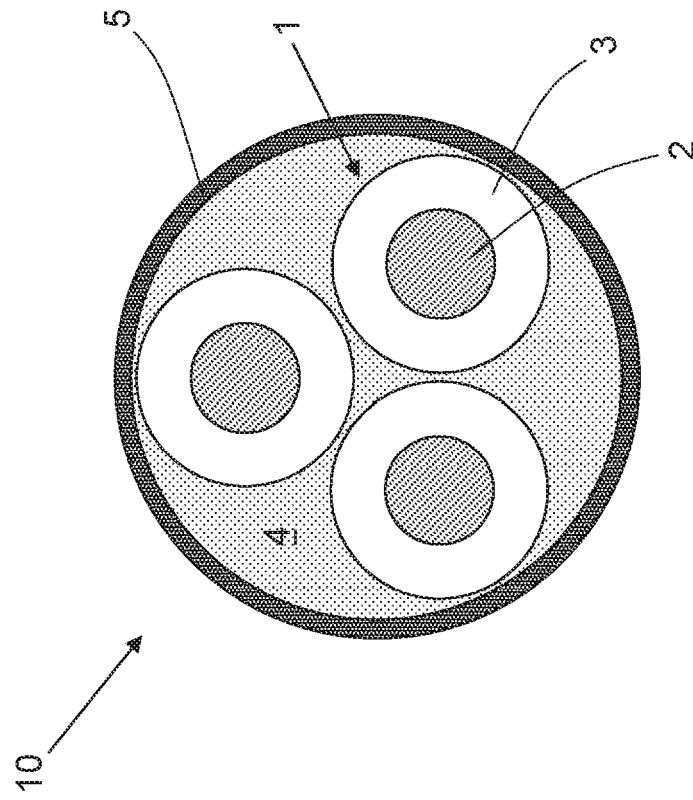


Fig. 1

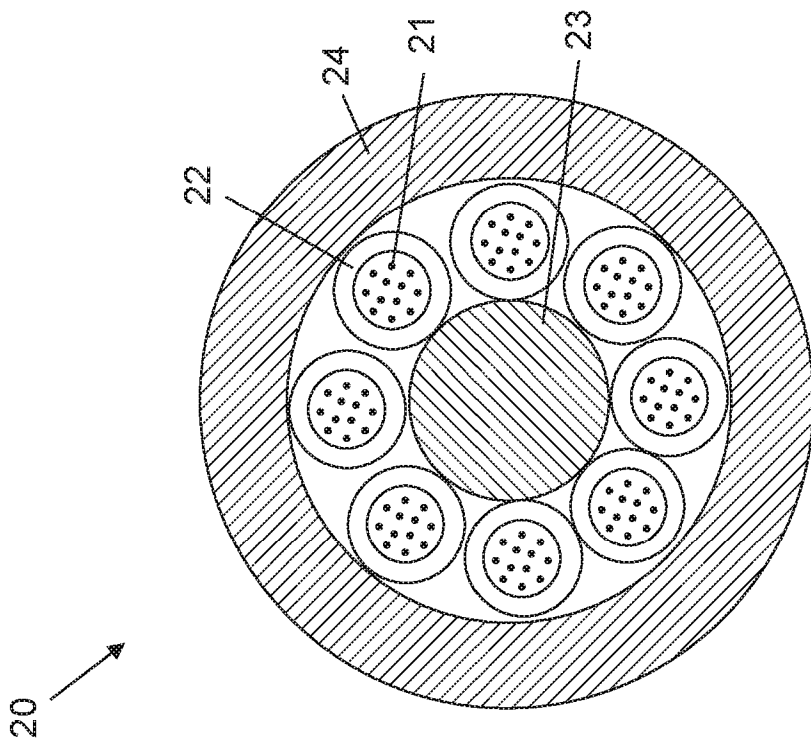


Fig. 2