

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 009 357**

51 Int. Cl.:

H01B 7/295 (2006.01)
C09K 21/10 (2006.01)
C09D 123/08 (2006.01)
C08K 3/22 (2006.01)
C08K 3/34 (2006.01)
C08K 3/26 (2006.01)
C08K 5/3492 (2006.01)
C09K 21/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.11.2021** **E 21206417 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.01.2025** **EP 4002395**

54 Título: **Cable retardante de llama con capa de recubrimiento autoextinguible**

30 Prioridad:

11.11.2020 IT 202000026897

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
26.03.2025

73 Titular/es:

PRYSMIAN S.P.A. (100.00%)
Via Chiese, 6
20126 Milano, IT

72 Inventor/es:

AUDEBET, PAULINE;
SCRIMA, VITO;
CAIMI, LUIGI y
CASIRAGHI, FLAVIO

74 Agente/Representante:

PONTI & PARTNERS, S.L.P.

ES 3 009 357 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 retardante de llama con capa de recubrimiento autoextinguible

5 Campo de aplicación

La presente divulgación se refiere a un cable retardante de llama.

10 En particular, la presente divulgación se refiere a un cable eléctrico, óptico o híbrido retardante de llama que tiene una capa de recubrimiento autoextinguible de baja emisión de humo y cero halógenos (LSOH) que no exhibe sustancialmente ningún goteo (aparición de gotitas en llamas) cuando se expone a altas temperaturas, por ejemplo en caso de incendio.

Estado de la técnica

15 Tal como se sabe, un requisito importante para los cables, especialmente para aplicaciones de construcción o transporte, es un comportamiento adecuado en caso de incendio para evitar la propagación de llamas y la generación de humo en entornos poblados.

20 En este sentido, las normas internacionales de calificación exigen que, en caso de incendio, los cables, ya sean eléctricos u ópticos o ambos (cables híbridos), tengan una producción y propagación limitada de llamas y humo tóxico, y una producción baja o nula de gotas en llamas. Dichas normas son cada vez más estrictas en cuanto a las prestaciones exigidas a un cable retardante de llama con el fin de mejorar la seguridad en edificios y transportes en caso de incendio.

25 Las prestaciones contra el fuego se pueden asegurar mediante uno o más recubrimientos de cables, tales como el aislamiento eléctrico o una funda de cable, dotados de ciertas propiedades cuando se incendian.

30 En este sentido, se conoce la posibilidad de producir un recubrimiento de cable a partir de una composición polimérica dotada de propiedades de resistencia al fuego y/o retardantes de llama mediante la adición de cargas adecuadas. En particular, la producción de cables retardantes de llama se orienta actualmente hacia el uso de materiales libres de halógenos y de baja emisión de humo (LSOH) utilizando composiciones a base de poliolefina (por ejemplo, copolímeros de polietileno y/o polietileno, opcionalmente reticulados) rellenas con cargas de hidróxido inorgánico, tales como hidróxido de magnesio y/o hidróxido de aluminio, que confieren propiedades retardantes de llama a una capa de recubrimiento de cable.

35 Sin embargo, esta solución tiene el inconveniente de requerir grandes cantidades de carga para lograr un nivel satisfactorio de efectividad en términos de retardo de la propagación de la llama o propiedades de autoextinción. A modo de ejemplo, la cantidad de hidróxido(s) metálico(s), tal como hidróxido de aluminio y/o hidróxido de magnesio, normalmente debería oscilar entre 170 y 200 phr de la composición polimérica total. El uso de tales cantidades puede conducir a un aumento considerable de la viscosidad del material y, en consecuencia, a una disminución significativa de las velocidades de extrusión, lo que conduce a una caída de la productividad. La adición de grandes cantidades de aditivos retardadores de llama como los mencionados anteriormente también puede conducir a un deterioro sustancial de las propiedades mecánicas del cable resultante.

45 Además, el uso de las cantidades anteriores de cargas retardantes de llama, tales como hidróxido de magnesio y/o hidróxido de aluminio, en el material base de polímero del cable no evita la formación de gotitas en llamas cuando el cable se expone a altas temperaturas, por ejemplo en caso de incendio, a menos que la carga retardante de llama se utilice en gran cantidad lo que, por otro lado, podría perjudicar las características mecánicas del cable, además de aumentar su coste y la dificultad de fabricación.

50 El documento JP2007070483 se refiere a una composición retardante de llama sin halógenos para cubrir cables y alambres eléctricos. La composición está compuesta por un polímero a base de etileno y (a) de 30 a 100 partes en peso de un hidróxido metálico por cada 100 partes en peso del polímero a base de etileno, (b) de 1 a 10 partes en peso de nanoarcilla. Los ejemplos del (a) hidróxido metálico incluyen hidróxido de magnesio e hidróxido de aluminio. La nanoarcilla de (b) está estratificada, tal como montmorillonita o bentonita, y se dice que tiene la propiedad de prevenir el goteo en el momento de la combustión. Sin embargo, JP2007070483A firma que, si bien este efecto es notable cuando se utiliza hidróxido de aluminio para el hidróxido metálico de (a), apenas se reconoce cuando se utiliza hidróxido de magnesio. También se pueden mezclar otros retardantes de llama sin halógenos dentro de un rango que no perjudique los efectos buscados. Dichos retardantes de llama sin halógenos incluyen retardantes de llama basados en nitrógeno y melamina, y carbonato de calcio.

60 El documento US7438748 se refiere a una composición retardante de llama que resulta útil para aplicaciones de cables y alambres. La composición retardante de llama comprende un polímero de poliolefina y cantidades eficaces de un nanosilicato, un hidróxido metálico y carbonato de calcio. Los nanosilicatos son eficaces en una concentración de entre el 0,1 y el 15 por ciento en peso, en base a la formulación total.

El documento CN108164792 se refiere a un material de aislamiento de poliolefina retardante de llama libre de halógenos y de baja emisión de humo reticulado para cables, que comprende, entre otras cosas, las siguientes partes en peso: etileno-acetato de vinilo 40~70; polietileno de alta densidad 10~50; compatibilizador (tal como LLDPE de metaloceno injertado con anhídrido maleico) 10~20; retardante de llama A (al menos uno de hidróxido de magnesio, hidróxido de aluminio y carbonato de magnesio básico) 140~180, y retardante de llama B (al menos uno de melamina, polifosfato de melamina, borato de zinc, polifosfato de amonio y retardante de llama de fósforo rojo) 2~10.

El documento US 2008/0093107 se refiere a un cable capaz de soportar condiciones extremas de temperatura. El cable comprende al menos un recubrimiento aislante o al menos una funda fabricada a partir de una composición ignífuga que comprende un polímero y un filosilicato fibroso. El filosilicato fibroso de la composición ignífuga se selecciona entre sepiolita, paligorskita, atapulgita, kalifersita, loughlinita y falcondoíta, y es preferiblemente sepiolita. La composición ignífuga incluye de 5 a 30 partes en peso de filosilicato fibroso. La composición ignífuga está provista además de una carga secundaria que está constituida por al menos un compuesto seleccionado entre hidróxidos metálicos y carbonatos metálicos. La composición ignífuga incluye de 150 a 200 partes en peso de carga secundaria por cada 100 partes en peso de polímero.

El documento WO 2016/141086 divulga un cable que tiene una capa de aislamiento formada a partir de una composición retardante de fuego libre de halógenos que comprende: aproximadamente 100 partes en peso de un polímero de base que contiene oxígeno, tal como un copolímero EVA; de aproximadamente 80 partes a aproximadamente 175 partes, en peso, de una carga primaria, comprendiendo la carga primaria un hidróxido de metal, tal como hidróxido de magnesio, hidróxido de aluminio o una combinación de los mismos; y de aproximadamente 5 partes a aproximadamente 20 partes, en peso, de una carga secundaria, comprendiendo la carga secundaria un compuesto de antimonio, tal como trióxido de antimonio.

El documento CN 107163370 describe un material para un cable eléctrico retardante de llama y un procedimiento para su preparación. El material comprende una base polimérica libre de halógenos (copolímero de etileno-acetato de vinilo, resina de polietileno y caucho de etileno-propileno), hidróxido de aluminio, un derivado de melamina (fosfato de melamina), un filosilicato (atapulgita) y un carbonato de metal alcalinotérreo (carbonato de calcio).

El documento WO 2004/074361 divulga una composición retardante de llama para cables que comprende un polímero de poliolefina, un nanosilicato (por ejemplo, montmorillonita), un hidróxido metálico y carbonato de calcio.

En vista de lo anterior, los cables que tienen una capa de recubrimiento a base de composiciones poliméricas que incluyen una mezcla de carga(s) retardante(s) de llama y coadyuvante(s) retardante(s) de llama deben considerarse cuidadosamente. La combinación de diferentes cargas/aditivos o de diferentes cantidades de los mismos puede, de hecho, proporcionar resultados impredecibles y no deseados.

Resumen de la divulgación

Por lo tanto, un objetivo principal de la presente divulgación es proporcionar un cable retardante de llama que tiene una capa autoextinguible que no exhibe sustancialmente ningún goteo (aparición de gotas en llamas) cuando se expone a altas temperaturas, por ejemplo en caso de incendio, para cumplir con los requisitos más estrictos para la certificación de acuerdo con las normas internacionales actuales.

Otro objetivo de la presente divulgación es proporcionar un cable retardante de llama como el mencionado anteriormente que, además de no exhibir sustancialmente ningún goteo bajo el fuego, mantiene buenas propiedades mecánicas y es fácilmente trabajable, particularmente en procesos de extrusión.

El solicitante encontró que un cable, ya sea eléctrico u óptico o híbrido, exhibe propiedades retardantes de llama y autoextinguibles mejoradas, particularmente un goteo sustancialmente nulo bajo el fuego, cuando está provisto de una capa de recubrimiento fabricada de una composición de polímero que comprende al menos un hidróxido de metal como carga retardante de llama y una combinación específica de coadyuvantes retardantes de llama en intervalos de cantidad específicos.

En consecuencia, la presente divulgación se refiere a un cable retardante de llama que tiene un núcleo que comprende al menos un conductor y una capa de recubrimiento fabricada de una composición polimérica retardante de llama de baja emisión de humo y sin halógenos (LSOH) que comprende un polímero de base libre de halógenos añadido con:

- a) menos de 170 phr de al menos un hidróxido metálico;
 - b) de 1 a 10 phr de una arcilla de filosilicato;
 - c) al menos 1 phr y menos de 10 phr de melamina o un derivado de la misma; y
 - d) un carbonato de metal alcalino o alcalinotérreo,
- en la que la cantidad de carbonato de metal alcalino o alcalinotérreo en la composición polimérica retardante de llama está comprendida en el intervalo de 20 phr a 70 phr.

El cable según la presente divulgación puede ser un cable eléctrico o un cable óptico. En el primer caso, el conductor

es un conductor eléctrico fabricado, por ejemplo, de un metal eléctricamente conductor. En el segundo caso, el conductor es una fibra óptica que comprende un núcleo de vidrio y una o más capas protectoras poliméricas fabricadas, por ejemplo, de una composición de acrilato y/o poliolefina curada hasta un diámetro de aproximadamente 1.000 pm. El cable de la presente divulgación también puede comprender tanto conductor(es) eléctrico(s) como fibra(s) óptica(s), siendo así un cable híbrido.

El cable eléctrico según la presente divulgación puede ser adecuado para telecomunicaciones o para transportar corriente a baja tensión (LV; hasta 1 kV) o media tensión (MV; de 1 a 30-35 kV). El cable eléctrico de la divulgación puede ser monofásico o trifásico.

En una realización, la capa de recubrimiento fabricada a partir de la composición polimérica de la presente divulgación puede ser una funda que rodea al conductor. En el caso de un cable eléctrico para telecomunicaciones o transporte de corriente de baja tensión, el presente recubrimiento puede ser una capa eléctricamente aislante que rodea al conductor y está en contacto directo con el mismo y/o una cubierta que rodea una capa eléctricamente aislante que puede ser retardante de llama o no. En el caso de un cable óptico, el presente recubrimiento puede ser un módulo que contiene la(s) fibra(s) óptica(s) o un tubo que rodea las fibras ópticas y otros componentes del cable, tales como elementos de resistencia o como una capa de barrera de agua. En el caso de un cable híbrido, se prevén las posibilidades mencionadas anteriormente, *mutatis mutandis*. En una realización, la capa de recubrimiento es la capa más externa del cable.

En otra realización, la capa de recubrimiento fabricada a partir de la composición polimérica de la presente divulgación puede ser una capa de recubrimiento superficial que cubre la capa más externa del cable o, en el caso de un cable eléctrico para telecomunicaciones o transporte de corriente de baja tensión, la capa eléctricamente aislante. En una realización, la capa de recubrimiento superficial tiene un grosor de 0,05 a 0,5 mm.

El solicitante ha descubierto que un cable provisto de una capa de recubrimiento retardante de llama y autoextinguible fabricada a partir de una composición como la especificada anteriormente tiene una reacción al fuego mejorada en términos de una ausencia sustancial de goteo durante la combustión, lo que permite que el cable esté certificado para pasar estándares de calificación específicos, como el Reglamento de Productos de Construcción de la UE 305/2011 (el 'CPR'). Además, el solicitante ha descubierto que la provisión de una capa de recubrimiento como la especificada anteriormente permite impartir propiedades retardantes de llama adecuadas y sustancialmente ningún goteo bajo el fuego al cable sin perjudicar sus propiedades mecánicas, así como permitir una capacidad de trabajarse adecuada del material polimérico que forma la capa de recubrimiento, particularmente en la etapa de extrusión de la fabricación del cable.

Descripción detallada

Para los fines de la presente descripción y de las reivindicaciones adjuntas, las palabras "un" o "una" deben interpretarse de manera que incluyan uno o al menos uno y el singular también incluye el plural a menos que sea obvio que se quiere decir lo contrario. Esto se hace simplemente por conveniencia y para dar un sentido general a la descripción.

En la presente descripción y en las reivindicaciones subsiguientes, a menos que se indique lo contrario, todos los números que expresan cantidades, porcentajes, etc., deben entenderse modificados en todos los casos por el término "aproximadamente". Además, todos los intervalos incluyen cualquier combinación de los puntos máximo y mínimo descritos e incluyen cualquier intervalo intermedio en ellos, que puede o no estar específicamente enumerado en ellos.

Además, en la presente descripción, se debe entender que las características técnicas descritas específicamente anterior y posteriormente se pueden combinar entre sí de cualquier manera, constituyendo realizaciones adicionales de la presente divulgación que pueden no describirse específicamente por razones de concisión, pero que caen dentro del alcance de la presente divulgación.

En la presente descripción y reivindicaciones, a menos que se especifique lo contrario, la cantidad de los componentes de la composición polimérica retardante de llama se indica en phr, donde el término "phr" se utiliza para indicar partes en peso por cada 100 partes en peso del material polimérico base.

En la presente descripción, la cantidad de los componentes de la composición polimérica retardante de llama también se puede dar en porcentaje en peso (% en peso), donde el término "% en peso" se utiliza para indicar el porcentaje en peso con respecto a la cantidad total de la composición.

Las características y ventajas de la presente divulgación se harán evidentes mediante la siguiente descripción detallada de algunas realizaciones de ejemplo de la misma, proporcionadas meramente a modo de ejemplos no limitativos, descripción que se realizará también haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que

- La Figura 1 es una vista en sección transversal de un cable eléctrico según la presente divulgación; y
- La Figura 2 es una vista en sección transversal de otro cable eléctrico según la presente divulgación;
- La Figura 3 es una vista en sección transversal de un cable eléctrico trifásico según la presente divulgación;

- y
- La Figura 4 es una vista en sección transversal de un cable óptico según la presente divulgación.

La figura 1 muestra un cable eléctrico de baja tensión (LV) 10 según una realización no limitante de la divulgación. El cable 10 tiene un único núcleo que comprende un conductor 11 fabricado de un material eléctricamente conductor, por ejemplo, al menos uno de aluminio, cobre o nanotubos de carbono. El conductor 11 puede tener la forma de una barra sólida o de un haz de cables, opcionalmente trenzados.

El conductor 11 está aislado eléctricamente por una capa aislante 12 en forma de un recubrimiento polimérico extruido que opcionalmente tiene propiedades retardantes de llama. Por ejemplo, la capa aislante 12 puede estar fabricada de un material polimérico extruido, tal como polietileno o una mezcla de polietilenos, opcionalmente rellena con cargas retardantes de llama, tales como hidróxido de magnesio o aluminio, pero no los otros componentes de la composición polimérica según la presente divulgación.

En la realización mostrada en la Figura 1, la capa aislante 12 se extruye en contacto directo con el conductor 11.

El cable 10 comprende una cubierta 13a como capa más externa, fabricada de un material polimérico que opcionalmente tiene retardantes de llama. La cubierta 13a rodea la capa aislante 12 y, opcionalmente, está en contacto directo con la misma. La cubierta 13a está fabricada por extrusión. La cubierta 13a tiene un grosor adecuado para proporcionar al cable protección mecánica.

En el cable 10, la capa aislante 12 y/o la cubierta 13a pueden estar fabricadas de una composición polimérica de acuerdo con la presente divulgación.

La figura 2 muestra un cable eléctrico 20 de baja tensión (LV) según otra realización no limitativa de la invención. En el cable 20, a aquellas características que son estructuralmente y/o funcionalmente equivalentes a las características correspondientes del cable 10 descrito anteriormente se les asignarán los mismos números de referencia de este último y no se describirán más detalladamente por razones de concisión.

El cable 20 se diferencia del cable 10 descrito anteriormente en que la capa más externa es una capa de recubrimiento superficial 14, fabricada de la composición polimérica según la presente divulgación. La capa de recubrimiento superficial 14 rodea y contacta directamente con una cubierta 13b.

La capa de recubrimiento superficial 14 se fabrica por extrusión. La capa de recubrimiento superficial 14 tiene un grosor sustancialmente menor que el de la cubierta 13b (de 0,05 a 0,5 mm, por ejemplo de 0,1 a 0,2 mm) y no proporciona una protección mecánica significativa al cable 20.

En esta realización, la capa aislante 12 y/o la cubierta 13b pueden estar fabricadas de un material polimérico LSOH extruido, por ejemplo, un material polimérico LSOH que incluye un polímero base tal como polietileno o una mezcla de polietilenos, relleno con cargas retardantes de llama, tales como hidróxido de magnesio o aluminio, pero no los otros componentes de la composición polimérica de acuerdo con la presente divulgación.

La figura 3 muestra un cable eléctrico 30 de baja tensión (LV) según otra realización no limitante de la divulgación. El cable 30 es un cable trifásico que comprende tres núcleos. Cada núcleo comprende un conductor 11 rodeado por una capa eléctricamente aislante 12, como las descritas para el cable 10 de la Figura 1.

Los tres núcleos están trenzados y rodeados por una cubierta 13a como capa más externa, teniendo dicha cubierta las características ya descritas en relación con la cubierta 13a del cable 10 de la Figura 1. Se puede proporcionar un lecho 15 fabricado de material polimérico para rellenar los huecos entre los núcleos trenzados y la cubierta 13.

La figura 4 muestra un cable óptico 40 según otra realización no limitativa de la invención. El cable 40 comprende un número (en este caso, doce) de conductores en forma de fibras ópticas 41 que comprenden un núcleo de vidrio (guía de ondas de luz + revestimiento) 41a, una capa protectora 41b (fabricada, por ejemplo, de una o dos capas de acrilato curado por radiación) y una capa amortiguadora 41c (fabricada, por ejemplo, de una poliolefina extruida).

Las fibras ópticas 41 están rodeadas por una cubierta 43a como capa más externa, estando dicha cubierta fabricada de la composición polimérica de acuerdo con la presente divulgación.

Entre las fibras ópticas 41 y la cubierta 43a se puede disponer una carga 46 en forma, por ejemplo, de un material bloqueador de agua y/o absorbente de hidrógeno.

La composición polimérica retardante de llama de baja emisión de humo y libre de halógenos (LSOH) según la presente divulgación comprende un polímero de base libre de halógenos que puede ser termoplástico o reticulado. El polímero adecuado puede ser o incluir al menos un polímero de etileno o propileno.

El polímero de etileno, tal como se utiliza el término en el presente documento, es un homopolímero de etileno, tal

como un polietileno de baja densidad (LDPE), o un copolímero de etileno con una o más alfa-olefinas que tienen de 3 a 12 átomos de carbono, por ejemplo de 4 a 8 átomos de carbono, y, opcionalmente, que comprende un dieno, tal como un caucho de etileno-propileno (EPR), un polietileno lineal de baja densidad (LLDPE), o un polietileno de muy baja densidad (VLDPE).

5 En una realización, el polímero de base libre de halógenos de la composición retardante de llama de la presente divulgación puede ser o incluir un copolímero de etileno con 1-butenio, 1-hexeno y 1-octeno.

10 El polímero de etileno también puede ser un copolímero de etileno y un éster insaturado, tal como un éster de vinilo (por ejemplo, acetato de vinilo o un éster de ácido acrílico o metacrílico), un copolímero de etileno y un ácido acrílico insaturado, tal como acetato de vinilo y etileno (EVA), acrilato de butilo y etileno (EBA), acrilato de metilo y etileno (EMA) y acrilato de etilo y etileno (EEA).

15 En una realización, el polímero de base libre de halógenos de la composición retardante de llama de la presente divulgación comprende un copolímero de etileno con un comonomero seleccionado de acetato de vinilo y etileno (EVA).

20 En una realización, el polímero de base de la composición polimérica según la divulgación está fabricado de al menos un homopolímero de polietileno o copolímero de polietileno, como un polietileno lineal de baja densidad (LLDPE) o polietileno de muy baja densidad (VLDPE), o de una mezcla de los mismos.

En una realización, dicho al menos un copolímero de polietileno del polímero de base de la presente composición polimérica es un LLDPE con metaloceno.

25 En una realización, el polímero de base de la composición polimérica según la divulgación está fabricado de una mezcla de un LLDPE o un VLDPE y un copolímero de acetato de vinilo y etileno (EVA).

30 El homopolímero de polietileno o el copolímero de etileno con una o más alfa-olefinas que tienen de 3 a 12 átomos de carbono y, opcionalmente, que comprende un dieno, tal como LLDPE, tienen una densidad de 0,94 g/cm³ como máximo. En una realización, el homopolímero o copolímero de polietileno tiene una densidad en el intervalo de 0,86 a 0,92 g/cm³.

35 En el caso de una base de polímero reticulado para la presente composición, la reticulación se lleva a cabo mediante silano/peróxido. Los agentes de reticulación de silano adecuados son viniltrimetoxisilano y viniltrietoxisilano.

40 La composición polimérica retardante de llama de la presente divulgación comprende además un hidróxido metálico en una cantidad inferior a 170 phr. En una realización, la composición polimérica retardante de llama de la presente divulgación comprende un hidróxido metálico en una cantidad de entre 100 phr y 160 phr o en una cantidad de entre 100 phr y 150 phr.

En una realización, el hidróxido metálico se selecciona entre hidróxido de magnesio, hidróxido de aluminio o una combinación de los mismos. Un ejemplo de hidróxido metálico adecuado para el presente cable es el hidróxido de magnesio, por ejemplo de origen natural (brucita), opcionalmente tratado en la superficie.

45 En una realización, cuando la base de polímero está compuesta principalmente, pero no exclusivamente, por EVA como polímero de base, el hidróxido metálico es hidróxido de magnesio.

50 La composición polimérica retardante de llama de la presente divulgación comprende además una arcilla de filosilicato en una cantidad de 1 a 10 phr, por ejemplo en una cantidad de 2 a 6 phr.

La arcilla de filosilicato puede ser estratificada.

55 La arcilla de filosilicato se puede seleccionar del grupo que consiste en bentonita, montmorillonita, magadiita, saponita, laponita, sepiolita, atapulgita, hectorita, beidellita, vermiculita, caolinita, nontronita, volkonskoita, estevensita, pirocita, sauconita, kenyaita y combinaciones de las mismas. En una realización, la arcilla de filosilicato en la composición de la presente divulgación se selecciona de montmorillonita o bentonita.

La arcilla de filosilicato puede ser de origen natural o estar modificada químicamente.

60 En una realización, la arcilla de filosilicato incluida en la composición polimérica retardante de llama de la presente divulgación tiene dimensiones de tamaño de partícula promedio (tamaño de partícula promedio d₅₀) de entre 5 y 35 µm.

65 En una realización, la arcilla de filosilicato incluida en la composición polimérica retardante de llama de la presente divulgación es una montmorillonita. La montmorillonita puede ser de origen natural y/o está estratificada. En una realización, una montmorillonita de origen natural puede purificarse de acuerdo con procesos de purificación

convencionales antes de su uso en la composición polimérica retardante de llama de la presente divulgación.

En una realización, la arcilla de filosilicato adecuada para las presentes composiciones se modifica químicamente, por ejemplo mediante recubrimiento. Esto se obtiene, por ejemplo, intercambiando algunos de los cationes (por ejemplo, iones de sodio) en la arcilla de filosilicato, mediante tratamiento de superficie con un compuesto que contiene catión amonio o fosfonio, tal como una sal. Las arcillas de filosilicato recubiertas adecuadas para el cable de la presente divulgación contienen, por ejemplo, alquil o poliol amonio o fosfonio.

En una realización, una montmorillonita revestida de amonio contiene (se trata superficialmente con) dimetil (sebo deshidrogenado) amonio.

El recubrimiento catiónico permite aumentar la compatibilidad de la arcilla de filosilicato con la matriz polimérica.

La arcilla de filosilicato actúa esencialmente como coadyuvante retardante de llama. La presencia de una arcilla de filosilicato en la composición polimérica retardante de llama de la presente divulgación en la cantidad indicada anteriormente permite mejorar las propiedades retardantes de llama en combinación con el hidróxido metálico y también permite reducir la cantidad de hidróxido metálico que se va a utilizar en la composición polimérica retardante de llama, evitando así que se deterioren las propiedades mecánicas de la composición polimérica a la vez que se mantiene una buena capacidad de trabajarse al disminuir la viscosidad de la composición polimérica.

Además, la arcilla de filosilicato aumenta significativamente la resistencia al goteo del material polimérico que forma la capa de recubrimiento del cable.

La composición polimérica retardante de llama de la presente divulgación comprende además melamina o un derivado de la misma, y un carbonato de metal alcalino o alcalinotérreo como coadyuvantes retardantes de llama adicionales.

Entre los ejemplos de derivados de melamina que pueden incluirse en la composición polimérica retardante de llama de la presente divulgación se incluyen cianuratos de melamina.

La cantidad de melamina o de un derivado de la misma en la composición polimérica retardante de llama de la divulgación es al menos 1 phr y menos de 10 phr.

Una cantidad de melamina o un derivado de la misma inferior a 1 phr no produce ningún efecto sustancial en la composición polimérica retardante de llama; mientras que una cantidad de melamina o un derivado de la misma de 10 phr o más puede producir cantidades no deseadas de humos potencialmente irritantes ya que, bajo fuego, la melamina experimenta una condensación endotérmica progresiva con la liberación de amoníaco.

Un carbonato de metal alcalino o alcalinotérreo adecuado (en lo sucesivo también denominado "carbonato") para la presente composición se puede seleccionar entre carbonato de sodio, carbonato de magnesio, carbonato de calcio o mezcla de los mismos, ya sea sintético o de origen natural, como, por ejemplo, dolomita. En una realización, la composición polimérica retardante de llama de la presente divulgación comprende carbonato de calcio.

La cantidad de carbonato en la composición polimérica retardante de llama de la divulgación está comprendida en el intervalo de 20 phr a 70 phr y puede ser elegida por el experto en la materia de tal manera que no perjudique las propiedades mecánicas y las propiedades eléctricas del cable formado utilizando dicha composición de polímero.

El solicitante experimentó que la presencia de coadyuvantes retardantes de llama que consisten en una combinación de una arcilla de filosilicato, melamina o un derivado de la misma, y carbonato, tal como se indicó anteriormente, en una composición polimérica retardante de llama utilizada para la fabricación de una capa de recubrimiento de un cable, no solo contribuye a mejorar las propiedades retardantes de llama del cable en combinación con el hidróxido metálico, sino que también aumenta significativamente la resistencia al goteo del material polimérico que forma dicha capa de recubrimiento.

Tal como se muestra en los ejemplos, las composiciones poliméricas retardantes de llama según la presente divulgación exhiben un comportamiento autoextinguible y una ausencia de producción de gotas inflamables (goteo) cuando se exponen, incluso repetidamente, a la llama, cumpliendo así con los requisitos más estrictos para la certificación según las normas internacionales actuales, tales como el CPR mencionada anteriormente. Este resultado se logra independientemente del tipo de hidróxido metálico utilizado como carga retardante de llama, tal como hidróxido de magnesio o hidróxido de aluminio.

Al mismo tiempo, las propiedades mecánicas del cable y la capacidad de trabajarse de la composición polimérica, particularmente en procesos de extrusión, no se ven afectadas.

La composición polimérica retardante de llama puede comprender además componentes convencionales, tales como antioxidantes, coadyuvantes de procesamiento, estabilizadores, pigmentos, agentes de acoplamiento, etc.

Los antioxidantes convencionales que son adecuados para este propósito son a modo de ejemplo: trimetildihidroquinolina polimerizada, 4,4'-tiobis(3-metil-6-terc-butil)fenol, pentaeritritol tetrakis[3-(3,5-di-terc-butil-4-hidroxifenil)propionato], 2,2'-tio-dietilen-bis-[3-(3,5-di-terc-butil-4-hidroxifenil)propionato] y similares o mezclas de los mismos.

Los coadyuvantes de proceso que normalmente se añaden al polímero de base son, por ejemplo, estearato de calcio, estearato de zinc, ácido esteárico, cera de parafina, cauchos de silicona y similares, y mezclas de los mismos.

Los lubricantes utilizados son, por ejemplo, ceras de parafina de bajo peso molecular, ácido esteárico, estearamida, oleamida, erucamida.

Se pueden utilizar agentes de acoplamiento con el objetivo de mejorar aún más la compatibilidad entre las cargas y/o coadyuvantes inorgánicos retardantes de llama como se ha indicado anteriormente y la matriz polimérica. Este agente de acoplamiento se puede seleccionar entre los conocidos en la técnica, por ejemplo: compuestos de silano saturados o compuestos de silano que contienen al menos una insaturación etilénica, como 3-aminopropiltrietoxisilano. Como alternativa, se pueden utilizar ácidos monocarboxílicos o anhídridos de ácidos dicarboxílicos, opcionalmente injertados sobre la base polimérica.

En una realización, el agente de acoplamiento (compatibilizador) incluido en la composición polimérica retardante de llama de la presente divulgación es un homopolímero o copolímero de polietileno modificado con anhídrido, por ejemplo caucho de etileno propileno. La cantidad adecuada de agente de acoplamiento que se utilizará en la composición de la presente divulgación puede variar de 5 a 12 phr.

El cable eléctrico según la presente divulgación puede fabricarse basándose en técnicas de fabricación de cables conocidas por los expertos en la materia. En particular, la capa de recubrimiento según la presente divulgación puede formarse utilizando procesos convencionales con un grosor elegido para cumplir con los requisitos y necesidades de la aplicación particular del cable.

La presente divulgación se describirá ahora con referencia a los siguientes ejemplos que se proporcionan solo con fines ilustrativos y, por lo tanto, no deben interpretarse de ninguna manera como limitantes del alcance de la presente divulgación.

Ejemplos

Las composiciones base de polímero retardante de llama comparativas y las composiciones de acuerdo con la divulgación se prepararon mezclando, en un mezclador abierto, polímeros, retardante de llama (hidróxido de metal), coadyuvantes retardantes de llama y otros aditivos tal como se indica en la siguiente Tabla 1.

La base de polímero estaba formada por una mezcla de un LLDPE con una densidad de 0,911 g/cm³ y EVA con un contenido de acetato de vinilo (VA) del 28%. El hidróxido metálico era hidróxido de magnesio natural (brucita) sin tratamiento superficial, o hidróxido de aluminio precipitado, con un tamaño de partícula con d₅₀ superior a 2 µm en ambos casos.

La arcilla de filosilicato era una montmorillonita recubierta de amonio que tenía dimensiones de partícula promedio de 15-20 µm.

Se utilizó un polietileno modificado con anhídrido como agente de acoplamiento (compatibilizador).

Como componente "melamina" se utilizó un cianurato de melamina (mezcla 1:1 de 1,3,5-triazina-2,4,6(1H,3H,5H)-triona, compuesto y 1,3,5-triazina-2,4,6).

Las composiciones comparativas y las composiciones de la divulgación a continuación se extruyeron desde el mezclador en muestras respectivas adecuadas para pruebas de resistencia al fuego y para la evaluación de propiedades mecánicas.

La Tabla 1 muestra las cantidades de polímeros base, cargas y coadyuvantes retardantes de llama en las composiciones utilizadas para producir muestras comparativas y de prueba, donde las muestras comparativas están marcadas con un asterisco.

Las cantidades se proporcionan como "phr", es decir, partes en peso por cada 100 partes en peso de los polímeros base, y en % en peso (entre paréntesis).

Tabla 1 Componente	Muestra A*	Muestra B*	Muestra C*	Muestra E*	Muestra F*	Muestra G*	Muestra H*	Muestra I*	Muestra J*	Muestra K*
EVA	70.0 (25.9)	70.0 (25.9)	70.0 (24.5)	70.0 (25.5)	70.0 (25.5)	70.0 (25.5)	70.0 (25.5)	70.0 (25.5)	70.0 (23.9)	70.0 (23.9)
LDPE	20.0 (7.4)	20.0 (7.4)	20.0 (7.0)	20.0 (7.1)	20.0 (7.1)	20.0 (7.1)	20.0 (7.1)	20.0 (7.1)	20.0 (6.8)	20.0 (6.8)
Compatibilizador	10.0 (3.7)	10.0 (3.7)	10.0 (3.5)	10.0 (3.5)	10.0 (3.5)	10.0 (3.5)	10.0 (3.5)	10.0 (3.5)	10.0 (3.4)	10.0 (3.4)
Mg(OH) ₂	-	170.0 (63.0)	170.0 (59.6)	170.0 (60.7)	-	140.0 (50.0)	110.0 (39.2)	-	170.0 (58.2)	-
Al(OH) ₃	170.0 (63.0)	-	-	-	170.0 (60.7)	-	-	140.0 (50.0)	-	170.0 (58.2)
Montmorillonita	-	-	5.0 (1.8)	5.0 (1.8)	5.0 (1.8)	5.0 (1.8)	5.0 (1.8)	5.0 (1.8)	7.0 (2.4)	7.0 (2.4)
Melamina	-	-	10.0 (3.5)	5.0 (1.8)	5.0 (1.8)	5.0 (1.8)	5.0 (1.8)	5.0 (1.8)	15.0 (5.1)	15.0 (5.1)
CaCO ₃	-	-	-	-	-	30.0 (10.7)	60.0 (21.4)	30.0 (10.7)	-	-
1ª Extinción en la combustión	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si	Si
1ª gota/min	2.4	0	0	0	0.2	0	0	0	0	0
2ª Extinción en la combustión	Si/No	Si	No	Si	Si	Si	Si	Si	No	No
2ª gota/min	5.4	0	0.6	0	0.3	0	0	0	0	0
Alargamiento a la rotura (%) (±100)						100	109			
Resistencia a la tracción (MPa) (±9)						11.9	12.1			

Las muestras fueron probadas mediante un ensayo de llama vertical para determinar su capacidad de autoextinción y comportamiento de goteo en condiciones de incendio, de acuerdo con una prueba interna tal como se describe a continuación.

- 5 Cada probeta (de 10 cm de largo) de una muestra se sujetó verticalmente sobre un soporte mientras el extremo inferior colgaba libremente. Cada probeta se quemó una primera vez bajo la acción de una llama orientada a aproximadamente 90° con respecto a la probeta y dirigida hacia el extremo inferior de la misma. La llama se mantuvo en esta posición durante 30 segundos, a continuación se evaluaron la autoextinción de la probeta (es decir, la extinción de la llama antes de que la probeta se quemara en toda su longitud) y la cantidad de gotitas/min. Si la probeta se autoextinguía, se aplicaba nuevamente la llama y se mantenía en esa posición durante 30 segundos, a continuación la probeta se evaluaba nuevamente como se indicó anteriormente.

La prueba se llevó a cabo en al menos dos probetas para cada muestra y los datos proporcionados en la Tabla 1 son un promedio de los resultados.

- 15 La Tabla 1 anterior indica los resultados de las pruebas de llama y conductividad realizadas en las muestras comparativas y de prueba.

Se puede observar que las muestras comparativas B y E tuvieron un comportamiento de autoextinción adecuado y cero gotas bajo el fuego, pero estas composiciones comprenden altas cantidades de hidróxido de magnesio, superiores a las de la presente divulgación. La muestra comparativa C, que difiere de la muestra E en una mayor cantidad de melamina, no se autoextinguió en la segunda prueba de combustión, y lo mismo sucedió con la muestra comparativa J, que tenía cantidades aún mayores tanto de melamina como de arcilla de filosilicato.

- 25 La muestra comparativa A comprende una cantidad de hidróxido de aluminio superior a la de la presente divulgación. Esta muestra proporcionó gotitas y su comportamiento en la segunda combustión fue errático, ya que algunas probetas se autoextinguieron y otras se quemaron por completo. La muestra comparativa F, que difiere de la muestra A en la adición de melamina y arcilla de filosilicato, aún proporcionó gotitas, mientras que la muestra comparativa K, que tiene mayores cantidades tanto de melamina como de arcilla de filosilicato que la muestra comparativa F, no se autoextinguió en la segunda combustión.

Las muestras G, H e I según la presente divulgación se autoextinguieron en ambas pruebas de combustión sin proporcionar gotas.

- 35 Se encontró que las propiedades mecánicas, tales como resistencia a la tracción y alargamiento a la rotura, de las muestras G y H eran adecuadas para su aplicación en cables ópticos y eléctricos.

La viscosidad de las muestras según la presente divulgación, evaluada, por ejemplo, de acuerdo con la norma ISO 289-1 (2015), se encontró apropiada para el proceso de extrusión a una velocidad industrialmente rentable.

40

REIVINDICACIONES

1. Cable retardante de llama (10; 20; 30; 40) que tiene un núcleo que comprende al menos un conductor (11; 41), y un recubrimiento (13a; 14; 43a) fabricado a partir de una composición polimérica retardante de llama sin halógenos y de baja emisión de humo que comprende un polímero base libre de halógenos añadido con:
a) menos de 170 phr de al menos un hidróxido metálico;
b) de 1 a 10 phr de una arcilla de filosilicato;
c) al menos 1 phr y menos de 10 phr de melamina o un derivado de la misma; y
d) un carbonato de metal alcalino o alcalinotérreo,
en el que la cantidad de carbonato de metal alcalino o alcalinotérreo en la composición polimérica retardante de llama está comprendida en el intervalo de 20 phr a 70 phr.
2. Cable retardante de llama (10; 20; 30; 40), según la reivindicación 1, en el que la capa de recubrimiento (13a; 14; 43a) es la capa más externa del cable.
3. Cable retardante de llama (10; 20; 30; 40), según la reivindicación 1, en el que la base polimérica se selecciona del grupo que consiste en material termoplástico y polimérico reticulado.
4. Cable retardante de llama (10; 20; 30; 40), según la reivindicación 1, en el que la base polimérica incluye al menos un homopolímero o copolímero de etileno que tiene una densidad de 0,94 g/cm³ como máximo.
5. Cable retardante de llama (10; 20; 30; 40), según la reivindicación 1, en el que la base polimérica está fabricada de una mezcla de un LLDPE o un VLDPE y un copolímero de acetato de vinilo y etileno (EVA).
6. Cable retardante de llama (10; 20; 30; 40), según la reivindicación 1, en el que el hidróxido metálico es hidróxido de magnesio o hidróxido de aluminio.
7. Cable retardante de llama (10; 20; 30; 40), según la reivindicación 1, en el que la composición polimérica retardante de llama comprende un hidróxido metálico en una cantidad de 100 phr a 160 phr.
8. Cable retardante de llama (10; 20; 30; 40), según la reivindicación 1, en el que la composición polimérica retardante de llama comprende una arcilla de filosilicato en una cantidad de 2 a 6 phr.
9. Cable retardante de llama (10;20;30;40), según la reivindicación 1, en el que la arcilla de filosilicato es montmorillonita o bentonita.
10. Cable retardante de llama (10;20;30;40), según la reivindicación 1, en el que la arcilla de filosilicato está modificada químicamente.
11. Cable retardante de llama (10; 20; 30; 40), según la reivindicación 1, en el que el derivado de melamina se selecciona entre cianuratos de melamina.
12. Cable retardante de llama (10; 20; 30; 40), según la reivindicación 1, en el que el carbonato de metal alcalino o alcalinotérreo se selecciona entre carbonato de sodio, carbonato de magnesio, carbonato de calcio o una mezcla de los mismos.
13. Cable retardante de llama (10; 20; 30; 40), según la reivindicación 1, en el que la composición polimérica retardante de llama comprende un polietileno modificado con anhídrido como agente de acoplamiento.
14. Cable retardante de llama (10; 20; 30; 40), según la reivindicación 13, en el que la composición polimérica retardante de llama comprende un polietileno modificado con anhídrido en una cantidad de 5 a 12 phr.

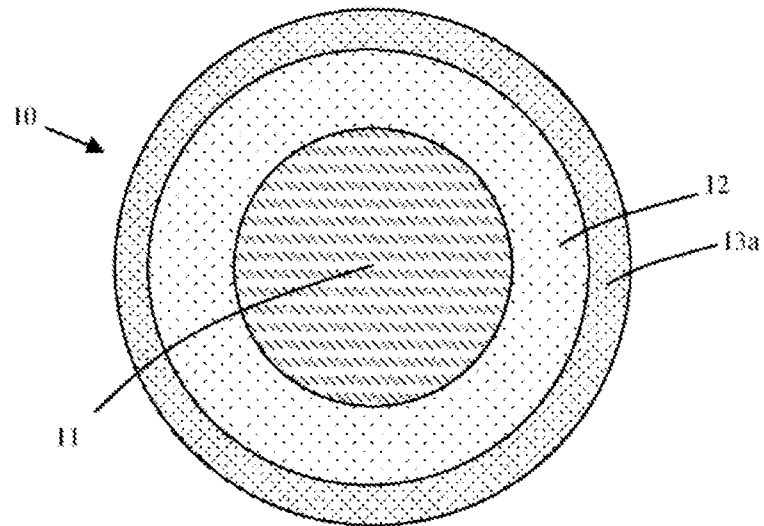


Fig. 1

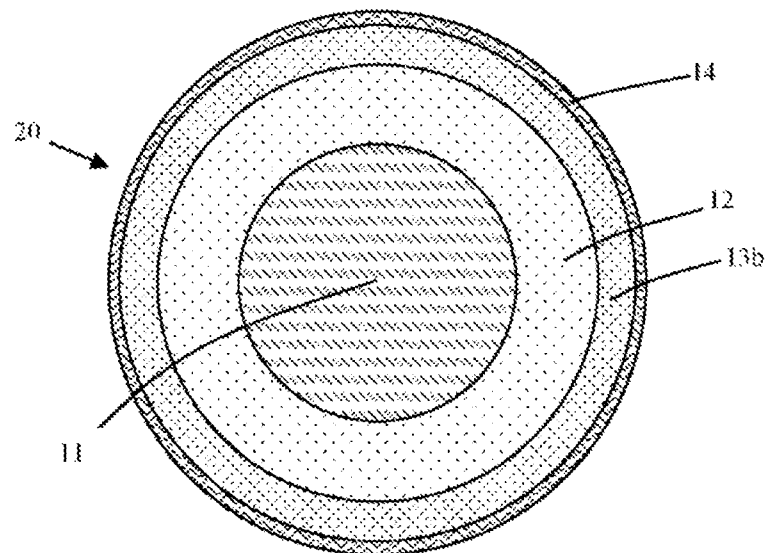


Fig. 2

