

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 962 279**

51 Int. Cl.:

H01B 7/295 (2006.01)

C08K 3/016 (2008.01)

C09K 21/04 (2006.01)

H01B 3/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **06.06.2018** **PCT/US2018/036285**

87 Fecha y número de publicación internacional: **13.12.2018** **WO18226851**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **06.06.2018** **E 18813252 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.08.2023** **EP 3635072**

54 Título: **Cables ignífugos formados a partir de composiciones libres de halógenos y libres de metales pesados**

30 Prioridad:

07.06.2017 US 201762516460 P

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

73 Titular/es:

**GENERAL CABLE TECHNOLOGIES
CORPORATION (100.0%)
4 Tesseneer Drive
Highland Heights, KY 41076, US**

72 Inventor/es:

**LEE, ELLIOT, BYUNGHWAN y
CLANCY, TIMOTHY, JOHN**

74 Agente/Representante:

PONTI & PARTNERS, S.L.P.

ES 2 962 279 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

Cables ignífugos formados a partir de composiciones libres de halógenos y libres de metales pesados

5 REFERENCIA A APLICACIONES RELACIONADAS

[0001] La presente solicitud reivindica la prioridad de la solicitud provisional estadounidense n.º de serie 62/516.460, titulada CABLES IGNÍFUGOS FORMADOS A PARTIR DE COMPOSICIONES libres DE HALÓGENOS Y LIBRES DE METALES PESADOS, depositada el 7 de junio de 2017.

10 CAMPO TÉCNICO

[0002] La presente descripción se refiere generalmente a cables ignífugos formados a partir de composiciones libres de halógenos y libres de metales pesados.

15 ANTECEDENTES

[0003] Ciertas aplicaciones de cableado, incluidas las aplicaciones de generación de energía fotovoltaica, pueden requerir cables certificados para aprobar calificaciones específicas, como los estándares de resistencia al fuego. Los cables que satisfacen dichos estándares de resistencia al fuego han logrado convencionalmente calificaciones aceptables a través de la inclusión de compuestos halogenados o compuestos de metales pesados, como el antimonio, en las capas de aislamiento y/o revestimiento del cable. Sin embargo, los cables que incluyen compuestos halogenados o compuestos de metales pesados sufren de una serie de atributos indeseables que incluyen toxicidad, alto costo y dificultad para lograr simultáneamente múltiples propiedades mecánicas y eléctricas. Sería deseable producir composiciones de cable ignífugas libres de compuestos halogenados o compuestos de metales pesados que puedan permitir que los cables que tienen cubiertas formadas con tales composiciones pasen los estrictos estándares de resistencia al fuego.

[0004] El documento US2006/189737 A1 describe un artículo recuperable por calor no halogenado que pasa la Norma UL de Seguridad para Tubos Aislantes Extruidos, UL 224, Quinta Edición, prueba de llama VW-1 y se prepara a partir de una composición que contiene polietileno o un copolímero de etileno o una mezcla, un relleno inorgánico hidratado o carbonatado, fósforo amorfo rojo y un relleno inorgánico tal como borato de zinc.

[0005] El documento EP2805994 A1 describe una composición de resina ignífuga que comprende, como componente polimérico: del 50 al 95 % en masa de copolímero (A) de etileno y un éster vinílico, del 5 al 50 % en masa de copolímero de propileno (B), donde el contenido de una α -olefina, excepto para el propileno, es del 10 al 60 % en moles, y del 0 al 40 % en masa de polipropileno (C), donde el contenido de una α -olefina, excepto para el propileno, es inferior al 10 % en moles; donde el total de los componentes (A), (B) y (C) es 100 % en masa. La composición comprende además con respecto a 100 partes en masa del total de los componentes (A), (B) y (C): de 50 a 350 partes en masa de hidróxido metálico (D), de 0,1 a 50 partes en masa de borato de zinc (E) y de 0,1 a 50 partes en masa de silicona en polvo (F); en el que la relación en masa $[D/(E+F)]$ del componente (D) con respecto a la cantidad total de componentes (E) y (F) es de 15 o menos.

El documento US2011/168425 describe una composición extruible termoplástica que comprende: un polímero 100 partes en peso; un retardante de llama inorgánico 50-250 partes en peso; un retardante de llama secundario 0-100 partes en peso; un antioxidante 0,1-1,5 partes en peso; un auxiliar de procesamiento 1-10 partes; y un nanotubo de carbono 1-6 partes en peso.

50 RESUMEN

[0006] La invención se expone en el conjunto de reivindicaciones adjunto.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

[0007] La Fig. 1 representa una vista en sección transversal de un cable que tiene un conductor, una capa de aislamiento y una capa de revestimiento según la invención.

DESCRIPCIÓN DETALLADA

[0008] Como se describirá en el presente documento, se divulga una composición ignífuga que es útil para la formación de uno, o más, revestimientos en un cable que incluye capas de aislamiento de cables y capas de revestimiento de cables. Los cables, incluidas las capas de aislamiento y/o revestimiento formadas a partir de las composiciones ignífugas descritas, pueden cumplir con estrictas calificaciones de resistencia al fuego, incluida la prueba de llama VW-1 del Underwriter Laboratory ("UL"), la prueba de llama UL FV-1 y la prueba de propagación de llama vertical EN60332-1-2. En general, las composiciones ignífugas que exhiben tales propiedades pueden ser

composiciones reticuladas formadas por un polímero base, un relleno ignífugo y un sinergista ignífugo.

[0009] Según la invención, las composiciones ignífugas descritas en la presente incluyen un polímero base que es un copolímero de etileno y acetato de vinilo o comprende un copolímero de etileno injertado con silano y un copolímero de olefina. Como se puede apreciar, el polímero base es el componente con el que se combinan los componentes restantes de una composición ignífuga.

[0010] Como se puede apreciar, el polímero base se puede seleccionar en función de varias consideraciones de diseño de las composiciones ignífugas descritas en la presente. Por ejemplo, en realizaciones que usan un proceso de vulcanización continua, el polímero base puede ser ventajosamente el polímero reticulable etileno acetato de vinilo ("EVA"). Como se puede apreciar, los copolímeros EVA pueden tener cantidades variables de acetato de vinilo. Los copolímeros de EVA adecuados para las composiciones ignífugas descritas en el presente documento pueden tener de aproximadamente 7 % a aproximadamente 40 % de acetato de vinilo en determinadas realizaciones. Por ejemplo, en determinadas realizaciones, el acetato de vinilo puede constituir aproximadamente el 10 % de un copolímero EVA adecuado; en determinadas realizaciones, el acetato de vinilo puede constituir aproximadamente el 18 % de un copolímero EVA adecuado; en determinadas realizaciones, el acetato de vinilo puede constituir aproximadamente el 28 % de un copolímero EVA adecuado; y en ciertas realizaciones, el acetato de vinilo puede constituir aproximadamente el 35 % de un copolímero EVA adecuado. En ciertas realizaciones, el polímero base de una composición ignífuga continuamente vulcanizable como se describe en la presente puede ser un copolímero EVA que tiene aproximadamente 28 % de acetato de vinilo.

[0011] Como se puede apreciar, otros polímeros de base también pueden ser adecuados para composiciones ignífugas que se reticulan utilizando procesos de reticulación alternativos. Por ejemplo, en determinadas realizaciones, las composiciones ignífugas descritas en el presente documento pueden reticularse usando un proceso de curado por humedad. En tales realizaciones, el polímero base tiene polímeros base modificados con silano tales como polietileno modificado con silano y copolímero de etileno modificado con silano (por ejemplo, copolímero de etileno-octeno, copolímero de etileno-acetato de vinilo, etc.). Los polímeros de base modificados con silano adecuados se preparan injertando previamente el polímero de base con un agente de acoplamiento de silano. Por ejemplo, los polímeros de base adecuados se pueden preparar usando un agente de peróxido para unir vinil silano a una poliolefina en determinadas realizaciones. Como se puede apreciar, los grupos silano se pueden reticular utilizando un proceso de curado por humedad. Los polímeros de base con silano preinjertado se pueden obtener comercialmente de forma alternativa.

[0012] Generalmente, los ejemplos de agentes de acoplamiento de silano adecuados pueden incluir uno, o más, de un vinil silano monomérico, un vinil silano oligomérico, un vinil silano polimérico y un compuesto de organosilano. Los ejemplos de compuestos de organosilano adecuados pueden incluir Y-metacriloxipropiltrimetoxisilano, metiltriethoxisilano, metiltris(2-metoxietoxi) silano, dimetildietoxisilano, viniltris(2-metoxietoxi)silano, viniltrimetoxisilano, viniltriethoxisilano, octiltriethoxisilano, isobutiltriethoxisilano, isobutiltrimetoxisilano, propiltriethoxisilano y mezclas o polímeros de los mismos.

[0013] El polímero base representa entre el 25 % y el 60 %, en peso, de la composición ignífuga. Por ejemplo, para composiciones reticuladas de vulcanización continua, el polímero base puede ser de aproximadamente el 25 % a aproximadamente el 40 %, en peso, de la composición ignífuga. En determinadas de dichas realizaciones, el polímero base puede ser de aproximadamente el 30 % a aproximadamente el 40 % o del 30 % a aproximadamente el 35 %, en peso, de las composiciones ignífugas. Para composiciones ignífugas curadas por humedad, el polímero base puede ser de aproximadamente 40 % a aproximadamente 60 %, en peso, de la composición.

[0014] Los rellenos ignífugos para las composiciones ignífugas descritas en la presente incluyen compuestos de hidróxido metálico. Por ejemplo, uno o más de hidróxido de magnesio e hidróxido de aluminio pueden incluirse como un relleno ignífugo. En determinadas realizaciones, solo se puede incluir uno de hidróxido de magnesio o hidróxido de aluminio como relleno ignífugo. En determinadas realizaciones, se puede usar hidróxido de magnesio como el único relleno ignífugo. La composición ignífuga puede incluir un polímero base de EVA y se puede reticular usando un proceso de vulcanización continua.

[0015] En general, el relleno ignífugo se puede agregar al polímero base de cualquier manera adecuada. Por ejemplo, el relleno ignífugo se añade directamente al polímero base en determinadas realizaciones. En tales modalidades, se puede incluir un relleno ignífugo, tal como hidróxido de magnesio, en alrededor de 100 partes a alrededor de 250 partes, en peso, de la composición ignífuga, en alrededor de 125 partes a alrededor de 225 partes, en peso, de la composición ignífuga, en alrededor de 140 partes a alrededor de 210 partes, en peso, de la composición ignífuga, o en alrededor de 160 partes a alrededor de 200 partes, en peso, de la composición ignífuga. Según la invención, de aproximadamente el 20 % a aproximadamente el 70 % de una composición ignífuga es una carga ignífuga.

[0016] Alternativamente, la carga ignífuga se puede agregar como una composición de mezcla madre al polímero base. Por ejemplo, la carga ignífuga se puede dispersar en una mezcla madre de poliolefina o copolímero

de etileno (tal como EVA) en determinadas realizaciones. En tales realizaciones, la carga ignífuga puede incluirse en alrededor de 10 % a alrededor de 50 %, en peso, de la composición ignífuga o en alrededor de 25 % a alrededor de 45 %, en peso, de la composición ignífuga.

- 5 **[0017]** Como se puede apreciar, los rellenos ignífugos pueden tener una variedad de cualidades adicionales. Por ejemplo, los rellenos ignífugos pueden tener un bajo contenido iónico en determinadas realizaciones. En determinadas realizaciones, los rellenos ignífugos pueden tener un tamaño de partícula promedio de aproximadamente 0,5 micrómetros a aproximadamente 10 micrómetros que incluye, por ejemplo, aproximadamente 0,5 micrómetros a aproximadamente 3 micrómetros.

10

[0018] En determinadas realizaciones, un relleno ignífugo puede opcionalmente pretratarse adicionalmente con un agente de tratamiento de superficie. El pretratamiento de un relleno ignífugo con un agente de tratamiento de superficie, tal como, por ejemplo, un agente de acoplamiento de silano, puede mejorar la procesabilidad y las propiedades del relleno ignífugo al mejorar la adhesión y la reticulabilidad del relleno ignífugo con el polímero base.

- 15 Los agentes de tratamiento de superficie adecuados pueden incluir generalmente cualquiera de los agentes de acoplamiento de silano adecuados para la modificación de silano de un polímero base.

[0019] Se ha encontrado inesperadamente que el uso de un sinergista ignífugo en combinación con un relleno ignífugo puede permitir la formación de cables que cumplan con los estándares de llama de la prueba de llama UL VW-1, la prueba de llama UL FV-1 y/o la prueba de propagación de llama vertical EN60332-1-2. Como se puede apreciar, la prueba de llama UL VW-1 y la prueba de llama UL FV-1 se proporcionan en UL 2556.

20

[0020] Específicamente, se ha descubierto que la inclusión de un compuesto de zinc o un compuesto de fósforo, que actúa como un sinergista retardante de fuego, puede permitir la construcción de cables con tales propiedades deseables. Generalmente, los compuestos de zinc adecuados pueden incluir borato de zinc, estannato de zinc, molibdato de zinc básico, molibdato de zinc y calcio, óxido de zinc, sulfuro de zinc y combinaciones de los mismos. El compuesto de fósforo es fósforo rojo.

25

[0021] En general, los sinergistas retardantes del fuego pueden incluirse de cualquier manera adecuada. Por ejemplo, los compuestos de zinc, tales como borato de zinc, se pueden añadir directamente a las composiciones ignífugas descritas en la presente mientras que el fósforo rojo, se puede añadir como parte de una mezcla madre. Si se añade un sinergista ignífugo como parte de una mezcla madre, puede ser ventajoso que el sinergista se disperse en el mismo polímero que el polímero de cualquier otro componente añadido a través de una mezcla madre tal como un relleno ignífugo. En determinadas realizaciones, tanto el relleno ignífugo como el sinergista ignífugo se pueden añadir como parte de una mezcla madre. En otras determinadas realizaciones, solo uno de, o ninguno del relleno ignífugo y el sinergista ignífugo se pueden añadir como parte de una mezcla madre.

30

[0022] Según la invención, el sinergista ignífugo se incluye en las composiciones ignífugas descritas en la presente en aproximadamente 10 partes a aproximadamente 50 partes. Sobre una base de porcentaje en peso, alrededor de 5 % a alrededor de 15 %, de tales composiciones ignífugas es un sinergista ignífugo. En realizaciones que incluyen el sinergista ignífugo como parte de una mezcla madre, la mezcla madre puede incluirse de aproximadamente el 2 % a aproximadamente el 6 %, o de aproximadamente el 3 % a aproximadamente el 4 %, en peso de la composición ignífuga.

40

[0023] Como se puede apreciar, las composiciones ignífugas descritas en la presente pueden incluir opcionalmente además componentes adicionales. Por ejemplo, las composiciones ignífugas pueden incluir uno o más agentes de reticulación e iniciadores, colorantes, agentes de procesamiento, antioxidantes, polímeros adicionales y estabilizadores en diversas realizaciones. Como se puede apreciar, cualquiera de los componentes adicionales se puede agregar directamente a las composiciones ignífugas descritas en la presente o se puede introducir utilizando una mezcla madre. En general, cualquier componente adicional puede incluirse de aproximadamente 1 % a aproximadamente 15 %, en peso de las composiciones ignífugas. En ciertas realizaciones, los componentes adicionales pueden añadirse de aproximadamente 3 % a aproximadamente 10 %, en peso, de las composiciones ignífugas.

50

[0024] Como se puede apreciar, una composición ignífuga puede incluir un agente de reticulación en determinadas modalidades para facilitar la reticulación. Por ejemplo, en determinadas realizaciones que curan la composición ignífuga a través de un proceso de vulcanización continua, se pueden incluir agentes de reticulación de peróxido tales como a, a '-bis(terc-butilperoxi) disopropilbenceno, di(terc-butilperoxiisopropil)benceno, peróxido de dicumilo y peróxido de terc-butilcumilo en las composiciones ignífugas descritas en la presente. También se pueden usar mezclas de múltiples agentes de reticulación de peróxido, tales como, por ejemplo, una mezcla de peróxido de 1,1-dimetiletil 1-metil-1-feniletilo, peróxido de bis(1-metil-1-feniletilo) y peróxido de [1,3(o 1,4) -fenilenb-es (1-metiletilideno)] bis(1,1-dimetiletilo). En tales realizaciones, una composición ignífuga puede incluir de aproximadamente 1 parte a aproximadamente 4 partes, en peso, de un agente de reticulación de peróxido. En ciertas realizaciones, las composiciones pueden incluir de aproximadamente 1 parte a aproximadamente 3 partes, en peso, de un agente de reticulación de peróxido.

60

65

[0025] Como se puede apreciar, sin embargo, se pueden incluir alternativamente otros agentes de reticulación cuando se utilizan otros procesos para reticular total o parcialmente las composiciones ignífugas descritas. Por ejemplo, las composiciones ignífugas reticuladas a través de un proceso de curado por humedad pueden incluir además un catalizador como agente de reticulación. En dichas realizaciones, también pueden estar presentes agentes de tratamiento de silano utilizados para injertar silano en el polímero base. Como se puede apreciar adicionalmente, las composiciones ignífugas reticuladas con radiación, irradiación con haz de electrones, un proceso de curado por adición o un proceso de curado con platino pueden incluir agentes de reticulación o catalizadores apropiados.

10 **[0026]** De acuerdo con determinadas realizaciones, también se puede agregar un colorante a una composición ignífuga. Los colorantes adecuados pueden incluir, por ejemplo, negro de carbono, rojo de cadmio, azul de hierro o una combinación de los mismos. En realizaciones que incluyen negro de carbón como colorante, el negro de carbón no actúa como una carga ignífuga o sinergista. En ciertas realizaciones, el colorante puede incluirse de aproximadamente 3 partes a aproximadamente 10 partes, en peso de la composición ignífuga.

15 **[0027]** Se puede incluir un adyuvante de procesamiento para mejorar la procesabilidad de una composición ignífuga formando una fase dispersa microscópica dentro de un portador polimérico. Durante el procesamiento, el cizallamiento aplicado puede separar la fase de auxiliar de procesamiento (por ejemplo, aceite de procesamiento) de la fase de polímero portador. El auxiliar de procesamiento puede migrar a la pared de la matriz para formar gradualmente una capa de recubrimiento continuo para reducir la contrapresión de la extrusora y reducir la fricción durante la extrusión. El aceite de procesamiento puede ser generalmente un lubricante, tal como polietileno de peso molecular ultra bajo (por ejemplo, cera de polietileno), ácido esteárico, siliconas, aminas antiestáticas, aminas orgánicas, etanolamidas, aminas grasas de mono y diglicéridos, aminas grasas etoxiladas, ácidos grasos, estearato de cinc, ácidos esteáricos, ácidos palmíticos, estearato de calcio, sulfato de cinc, aceite de olefina oligomérico o 20 combinaciones de los mismos. En determinadas realizaciones, se puede incluir un lubricante de aproximadamente 1 parte a aproximadamente 3 partes, en peso, de la composición ignífuga.

[0028] En determinadas realizaciones, un aceite de procesamiento puede ser alternativamente una mezcla de ácidos grasos, tales como los productos disponibles comercialmente: Struktol® producido por Struktol Company of America (Stow, OH), Akulon® Ultraflow producido por DSM N.V. (Birmingham, MI), MoldWiz® producido por Axel 30 Plastics Research Laboratories (Woodside, NY) y Aflux® producido por Rhein Chemie (Chardon, OH).

[0029] En determinadas realizaciones, una composición ignífuga puede estar alternativamente sustancialmente libre de cualquier lubricante, aceite de procesamiento o adyuvantes de procesamiento. Como se usa en esta invención, 35 "sustancialmente libre" significa que el componente no se agrega intencionalmente a la composición ignífuga, o alternativamente, que el componente no es detectable con los métodos analíticos actuales.

[0030] De acuerdo con determinadas realizaciones, los antioxidantes adecuados para su inclusión en composiciones ignífugas pueden incluir, por ejemplo, antioxidantes de amina, tales como 4,4'-dioctil difenilamina, N,N'-difetil-p-fenilendiamina y polímeros de 2,2,4-trimetil-1,2-dihidroquinolina; antioxidantes fenólicos, como el bis[3-(3,5-di-terc-butil-4-hidroxi-fenil)propionato] de tiodetileno, el ácido 4,4'-tiobis(2-terc-butil-5-metilfenol), el ácido 2,2'-tiobis(4-metil-6-terc-butil-fenol), el ácido bencenopropanoico, el ácido 3,5-bis(1,1-dimetiletil)-4-hidroxi bencenopropanoico, el ácido 3,5-bis(1,1-dimetiletil)-4-hidroxi-ésteres alquílicos ramificados y lineales C13-15, éster alquílico ramificado C7-9 del ácido 3,5-di-terc-butil-4-hidroxi-hidrocínámico, éster 2,4-dimetil-6-t-butilfenol tetrakis{metilen-3-(3',5'-ditert-butil-4'-hidroxifenol)propionato}metano o tetrakis{metilen-3-(3',5'-ditert-butil-4'-hidrocinamato}metano, 1,1,3-tris(2-metil-4-hidroxil-5-butilfenil)butano, 2,5-di t-amil hidroquinona, 1,3,5-tri metil-2,4,6-tris(3,5-di terc butil-4-hidroxibencil)benceno, 1,3,5-tris(3,5-di-terc-butil-4-hidroxibencil)isocianurato, 2,2-metilen-bis-(4-metil-6-terc-butil-fenol), 6,6'-di-terc-butil-2,2'-tiodi-p-cresol o 2,2'-tiobis(4-metil-6-terc-butilfenol), 2,2-etilenbis(4,6-di-t-butilfenol), bis{3-(3-t-butil-4-hidroxi-5-metilfenil)propionato} de trietilenglicol, 1,3,5-tris(4-terc-butil-3-hidroxi-2,6-dimetilbencil)-1,3,5-triazina- 2,4,6-(1H,3H,5H)triona, 2,2-metilenbis {6-(1-metilciclohexil)-p-cresol}; antioxidantes fenólicos estéricamente impedidos tales como tetrakis(3-(3,5-di-terc-butil-4-hidroxifenil)propionato)de pentaeritritol; antioxidantes de fosfito hidrolíticamente estables tales como tris(2,4-diterc-butilfenil)fosfito; toluimidazol y/o antioxidantes de azufre, tales como bis(2-metil-4-(3-n-alquiltiopropioniloxi) -5-t-butilfenil)sulfuro, 2-mercaptobencimidazol y sus sales de zinc, pentaeritritol-tetrakis(3-lauril-tiopropionato) y combinaciones de los mismos. Los antioxidantes pueden incluirse en composiciones ignífugas a concentraciones de aproximadamente 7 partes, en peso, o menos de la composición ignífuga en determinadas realizaciones; de aproximadamente 1 parte a aproximadamente 5 partes, en peso, en determinadas realizaciones; y de aproximadamente 1 parte a aproximadamente 3 partes, en peso, en determinadas realizaciones. Como se puede apreciar, puede ser ventajoso en determinadas realizaciones usar una mezcla de múltiples antioxidantes tal como, por ejemplo, una mezcla de toluimidazol y un segundo antioxidante.

60 **[0031]** Se pueden incluir polímeros adicionales en las composiciones ignífugas descritas en la presente en determinadas realizaciones. Por ejemplo, se pueden incluir cantidades relativamente pequeñas de un copolímero de olefina o un polímero EVA. En realizaciones que incluyen copolímero EVA adicional, el copolímero EVA adicional puede tener una cantidad diferente de acetato de vinilo que el polímero base. Por ejemplo, en determinadas 65 realizaciones, cualquier EVA adicional puede tener una concentración de acetato de vinilo de aproximadamente 10 %

a aproximadamente 30 %. Sin embargo, como se puede apreciar adicionalmente, los polímeros adicionales también se pueden incluir como consecuencia de ser un componente de una mezcla madre para otro componente, tal como un sinergista ignífugo. Los polímeros adicionales pueden estar presentes en aproximadamente 20 partes en peso o menos. Alternativamente, los polímeros adicionales pueden constituir aproximadamente 10 %, en peso, o menos de las composiciones ignífugas descritas en la presente.

[0032] Los detalles de los componentes adicionales adecuados para su inclusión en una composición ignífuga se describen adicionalmente en la patente estadounidense n.º 9.115.274.

[0033] En ciertas realizaciones, las composiciones ignífugas descritas en este documento pueden estar sustancialmente libres de compatibilizador. Por ejemplo, las composiciones pueden estar sustancialmente libres de anhídrido maleico injertado con polietileno.

[0034] Se pueden formar una o más capas (o cubiertas) de un cable a partir de las composiciones ignífugas descritas en la presente. Por ejemplo, en determinadas realizaciones, se puede formar una capa externa o de camisa de las composiciones ignífugas descritas en la presente memoria. En determinadas realizaciones de este tipo, las capas de aislamiento, si se incluyen, pueden formarse a partir de una composición diferente, tal como polietileno reticulado. Como se puede apreciar, la selección de composiciones utilizadas para formar las otras capas se puede elegir, en parte, en función de consideraciones de diseño como la reticulación y el procesamiento. Por ejemplo, puede ser útil elegir una capa de aislamiento que se pueda extruir y/o reticular simultáneamente al mismo tiempo que las composiciones ignífugas descritas en la presente. Como se puede apreciar, una capa de aislamiento formada por un polietileno funcionalizado con silano se puede reticular simultáneamente con una capa de revestimiento formada por una composición ignífuga que incluye un polímero base modificado con silano utilizando un proceso de curado por humedad.

[0035] Como se puede apreciar, las composiciones ignífugas descritas en la presente están sustancialmente libres de compuestos peligrosos tales como metales pesados (incluido el antimonio) y halógenos, al tiempo que conservan excelentes propiedades físicas y propiedades ignífugas. Los cables que incluyen una capa de revestimiento formada a partir de las composiciones ignífugas descritas en la presente pasan una, o más, de la prueba de llama VW-1, la prueba de llama FV-1 y la propagación de llama vertical de EN60332-1-1.

[0036] Como se puede apreciar, las pruebas de llama vertical VW-1 y FV-1 requieren que los cables extingan una llama dentro de los 60 segundos posteriores a la aplicación de una llama específica al cable. Además, una muestra de papel ubicada por encima del cable no debe incendiarse. Se requiere que las muestras pasen al menos 3 pruebas consecutivas para pasar las pruebas de llama respectivas. La prueba de propagación vertical de llama de EN60332-1-1 es una prueba de propagación vertical de llama para un solo alambre o cable aislado utilizando una llama premezclada de 1 kW.

[0037] Además de las pruebas de llama VW-1, FV-1 y de propagación vertical de llama, la formación de una o más capas de aislamiento y/o revestimiento a partir de las composiciones ignífugas descritas en la presente puede permitir que un cable (por ejemplo, un cable de alimentación) cumpla, o pase, ciertas propiedades físicas adicionales y pruebas de calificación. Por ejemplo, las composiciones ignífugas descritas pueden tener un alargamiento a la rotura cuando se miden de acuerdo con la norma ASTM D412 (2010) usando placas moldeadas de aproximadamente 150 % o más, en determinadas realizaciones, aproximadamente 180 % o más, y en determinadas realizaciones, aproximadamente 200 % o más. Mecánicamente, las placas fabricadas a partir de dichas composiciones ignífugas también pueden tener una resistencia a la tracción de aproximadamente 1700 libras por pulgada cuadrada ("psi") (11721,09 kPa) o más según determinadas realizaciones; y en determinadas realizaciones aproximadamente 1.800 psi (12410,56 kPa) o más. En determinadas realizaciones, los cables formados a partir de las composiciones ignífugas descritas también pueden pasar la prueba de fluencia en caliente a 250 °C de la norma EN 60811-507.

[0038] Como se puede apreciar, las composiciones ignífugas que tienen buenas propiedades físicas, eléctricas y mecánicas pueden ser adecuadas para su uso en una variedad de aplicaciones. Por ejemplo, la naturaleza libre de halógeno y antimonio de los cables de alimentación, incluidas las capas de cubierta formadas a partir de las composiciones ignífugas descritas en el presente documento, puede ser particularmente adecuada para aplicaciones solares que tienen estrictos requisitos de propagación de la llama. Adicionalmente, las composiciones ignífugas pueden ser útiles para formar capas de revestimiento para otros tipos de cables eléctricos. Por ejemplo, las composiciones ignífugas descritas en la presente pueden ser adecuadas para formar capas de revestimiento para cables de aplicación de tránsito, alambres y cables de construcción, cables de comunicación de datos, cables de energía nuclear y otros cables que deben ser resistentes al fuego. Como se puede apreciar, la capacidad de los cables formados a partir de las composiciones ignífugas para pasar las pruebas de llama VW-1 y FV-1 también puede simplificar el abastecimiento al eliminar la necesidad de seleccionar diferentes cables para diferentes mercados.

[0039] En general, las composiciones ignífugas descritas en la presente se pueden preparar mezclando los componentes/ingredientes en un equipo de masticación convencional, por ejemplo, un molino de caucho, mezclador brabender, mezclador banbury, amasador Buss-Ko, mezclador continuo farrel o mezclador continuo de doble tornillo.

Los componentes se pueden premezclar antes de la adición al polímero base (por ejemplo, poliolefina). El tiempo de mezcla se puede seleccionar para garantizar una mezcla homogénea.

[0040] Las composiciones ignífugas descritas en la presente se pueden aplicar a un cable usando un método de extrusión. En un método de extrusión típico, se puede tirar de un conductor opcionalmente calentado a través de un troquel de extrusión calentado, tal como un troquel de cruceta, para aplicar una capa de composición ignífuga fundida sobre el conductor. Al salir de la matriz, si la composición se adapta como una composición termoestable, el núcleo conductor con la capa de composición ignífuga aplicada se puede pasar a través de una sección de vulcanización calentada, o sección de vulcanización continua y luego una sección de enfriamiento, tal como un baño de enfriamiento alargado, para enfriar. Se pueden aplicar múltiples capas de la composición ignífuga a través de etapas de extrusión consecutivas en las que se agrega una capa adicional en cada etapa. Alternativamente, con el tipo adecuado de troquel, se pueden aplicar múltiples capas de la composición simultáneamente. Como se puede apreciar, una composición ignífuga como se describe en la presente también se puede aplicar sobre una o más capas previamente aplicadas. Por ejemplo, una composición ignífuga se puede aplicar como una capa externa en determinadas realizaciones y puede rodear una capa de aislamiento interna formada, por ejemplo, de polietileno reticulado.

[0041] Como puede apreciarse, los cables de alimentación pueden formarse en una variedad de configuraciones que incluyen cables de un solo núcleo, cables de múltiples núcleos, cables de bandeja, cables blindados interbloqueados, cables solares y construcciones de cables soldados corrugados continuamente ("CCW"). Los conductores en dichos cables de alimentación pueden estar rodeados por una o más capas de aislamiento y/o capas de revestimiento formadas por las composiciones ignífugas descritas en la presente.

[0042] Un cable de alimentación de un solo núcleo ilustrativo se representa en una vista en sección transversal en la figura 1. El cable de alimentación de un solo núcleo en la Fig. 1 incluye un conductor 5, una capa de aislamiento 10 y una capa de cubierta 20. En dicho ejemplo, la capa de aislamiento 10 o la capa de revestimiento 20 podrían formarse con la composición ignífuga descrita en la presente. En determinadas realizaciones, la capa de aislamiento 10 puede estar formada por polietileno reticulado y la capa de revestimiento 20 puede estar formada por una composición ignífuga descrita en la presente memoria. Como se puede apreciar, el cable representado en la Fig. 1 puede pasar la prueba de llama UL VW-1, la prueba de llama UL FV-1 y/o la prueba de propagación de llama vertical EN60332-1-1. Se entiende que también se contemplan cables que tienen solo una capa de aislamiento o capa de revestimiento.

[0043] El conductor, o elemento conductor, de un cable de alimentación, puede incluir generalmente cualquier material eléctricamente conductor adecuado. Por ejemplo, un metal generalmente conductor de electricidad tal como, por ejemplo, cobre, aluminio, una aleación de cobre, una aleación de aluminio (por ejemplo, aleación de aluminio-circonio) o cualquier otro metal conductor puede servir como material conductor. Como se apreciará, el conductor puede ser sólido, o puede torcerse y trenzarse a partir de una pluralidad de conductores más pequeños. El conductor se puede dimensionar para fines específicos. Por ejemplo, un conductor puede variar de un conductor de 22 AWG a un cable de 4/0 AWG en determinadas realizaciones o puede variar en diámetro de 0,32 mm² a 108 mm² en otras determinadas realizaciones.

Ejemplos

[0044] Las Tablas 1A y 2A representan las partes por cien de caucho ("PHR") de varios Ejemplos de composiciones ignífugas. También se enumeran los porcentajes en peso de cada componente. Las Tablas 1B y 2B representan las propiedades de las composiciones ignífugas de Ejemplo de las Tablas 1A y 2A, respectivamente. Las Tablas 1A y 1B incluyen los Ejemplos comparativos 1 a 7 que no muestran resultados físicos satisfactorios. Las Tablas 2A y 2B incluyen los Ejemplos de la Invención 8 a 10 que exhiben resultados físicos satisfactorios y el Ejemplo 11 que no se encuentra dentro del alcance de las reivindicaciones.

[0045] La prueba de fluencia en caliente y las pruebas de llama (FV-1 y VW-1) se realizaron en un cable de cobre 14 American Wire Gauge ("AWG") que incluye las composiciones de ejemplo como un recubrimiento de 30 mil (0,762 mm). El Ejemplo inventivo 11 se formó en un cable de cobre de 14 AWG como una cubierta de 45 mil (1,143 mm). Las propiedades del Ejemplo comparativo 8 y el Ejemplo 11 se evaluaron en un alambre moldeado. Los cables pasaron la prueba de fluencia en caliente a 250 °C cuando pasaron los requisitos de EN 60811-507.

TABLA 1A

Compuesto	Ej. 1	Ej. 2	Ej. 3	Ej. 4	Ej. 5	Ej. 6	Ej. 7
EVA (28 % acetato de vinilo)	100 (33,8 %)	100 (32,7 %)	100 (32,7 %)	100 (34,6 %)	100 (34,6 %)	100 (33,4 %)	100 (33,4 %)

(continuación)

Compuesto	Ej. 1	Ej. 2	Ej. 3	Ej. 4	Ej. 5	Ej. 6	Ej. 7
Hidróxido de magnesio (MDH)	175 (59,1 %)	175 (57,1 %)	175 (57,1 %)	175 (60,6 %)	165 (57,1 %)	175 (58,2 %)	175 (58,3 %)
Borato de zinc	--	--	10 (3,3 %)	--	20 (6,9 %)	20 (6,7 %)	--
Trióxido de antimonio	14 (4,7 %)	24 (7,8 %)	14 (4,6 %)	--	--	--	--
Arcilla	--	--	--	10 (3,4 %)	--	--	--
Polifosfato de aluminio	--	--	--	--	--	--	24 (8,0 %)
Antioxidante	1-3 (1 %)	1-3 (1 %)	1-3 (1 %)	--	--	--	--
Negro de carbón	4 (1,4 %)	4 (1,3 %)	4 (1,3 %)	4 (1,4 %)	4 (1,4 %)	4 (1,3 %)	--

TABLA 1B

Propiedad	Ej. 1	Ej. 2	Ej. 3	Ej. 4	Ej. 5	Ej. 6	Ej. 7
Resistencia a la tracción (PSI)	1780	1710	1780	2330	1720	1780	1470
Alargamiento a la rotura (%)	174	175	174	130	186	167	175
FV-1 (muestras aprobadas/total)	(0/3)	(0/3)	(2/4)	(1/3)	-	-	(2/3)
VW-1 (muestras aprobadas/total)	-	-	-	(0/3)	(1/3)	(1/3)	(3/3)

5

TABLA 2A

Compuesto	Ej. 8	Ej. 9	Ej. 10	Ej. 11
EVA (28% acetato de vinilo)	100 (33,0 %)	100 (32,4 %)	100 (34,2 %)	100 (33,2 %)
EVA (10 % a 30 % de acetato de vinilo)	--	--	14 (4,8 %)	4 (1,3 %)
Hidróxido de magnesio (MDH)	175 (57,8 %)	175 (56,6 %)	170 (58,2 %)	170 (56,5 %)
Borato de zinc	24 (7,9 %)	30 (9,7 %)	--	24 (8,0 %)
Fósforo rojo	-	-	8 (2,7 %)	3 (1,0 %)
Negro de carbón	4 (1,3 %)	4 (1,3 %)	--	--

TABLA 2B

Propiedad	Ej. 8	Ej. 9	Ej. 10	Ej. 11
Resistencia a la tracción (PSI)	1760	1780	1710	1850
Alargamiento a la rotura (%)	192	174	230	180
FV-1 (muestras aprobadas/total)	--	--	(3/3)	--
VW-1 (muestras aprobadas/total)	(3/3)	(3/3)	(3/3)	(2/3)
250 °C Prueba de fluencia en caliente	Aprobado	Aprobado	Aprobado	Aprobado

[0046] Como se ilustra en las Tablas 1B y 2B, los Ejemplos inventivos 8 a 10 demostraron resultados satisfactorios en las pruebas de llama FV-1 y VW-1, mientras que los Ejemplos comparativos 1 a 7 no demostraron aprobar simultáneamente tanto FV-1 como VW-1 o no mostraron valores suficientes de resistencia a la tracción. Se cree que el Ejemplo 11 pasaría la prueba de llama VW-1 si se formara como una cubierta de 30 mil (0,762 mm) en lugar de una cubierta de 45 mil (1,143 mm).

[0047] La Tabla 3A a continuación representa los componentes, en porcentaje en peso, de composiciones ignífugas adicionales formadas a partir de lotes maestros de componentes. La Tabla 3B ilustra las propiedades físicas correspondientes de los Ejemplos 12 a 14.

5

TABLA 3A

Compuesto	Ej. 12	Ej. 13	Ej. 14
Copolímero de etileno (pretratado con agente de acoplamiento de silano)	54 %	50 %	48 %
Copolímero olefínico	-	2 %	7 %
Hidróxido de magnesio (MDH)	38 %	35 %	33 %
Fósforo rojo	-	4 %	3 %
Catalizador de reticulación	4 %	5 %	5 %
Negro de carbón	4 %	4 %	-

TABLA 3B

Propiedad	Ej. 12	Ej. 13	Ej. 14
Resistencia a la tracción (PSI)	2400	1620	1640
Alargamiento a la rotura (%)	400	500	540
VW-1 (muestras aprobadas/total)	(0/3)	(3/3)	(2/3)

[0048] El Ejemplo 13 se considera un Ejemplo Inventivo porque demuestra una alta resistencia a la tracción, porcentajes de alargamiento a la rotura y pasa la prueba de llama VW-1. Los Ejemplos 12 y 14 son Ejemplos Comparativos que no están dentro del alcance de las reivindicaciones porque cada uno falla en la prueba de llama VW-1.

[0049] Las dimensiones y valores descritos en esta invención no deben ser entendidos como estrictamente limitados a los valores numéricos exactos mencionados. En cambio, a menos que se especifique lo contrario, cada una de estas dimensiones pretende referirse tanto al valor mencionado como a un intervalo funcionalmente equivalente en torno a ese valor.

[0050] Debe entenderse que cada limitación numérica máxima dada a lo largo de esta memoria descriptiva incluye cada limitación numérica inferior, como si tales limitaciones numéricas inferiores se escribieran expresamente en esta invención. Cada limitación numérica mínima dada a lo largo de esta memoria descriptiva incluirá cada limitación numérica superior, como si tales limitaciones numéricas superiores se escribieran expresamente en esta invención. Cada intervalo numérico dado a lo largo de esta memoria descriptiva incluirá cada intervalo numérico más estrecho que se encuentre dentro de tal intervalo numérico más amplio, como si tales intervalos numéricos más estrechos se escribieran expresamente en esta invención.

[0051] La descripción anterior de realizaciones y ejemplos se ha presentado con fines descriptivos. No pretende ser exhaustiva o limitante a las formas descritas. Son posibles numerosas modificaciones a la luz de las enseñanzas anteriores. Algunas de esas modificaciones se han analizado y otras serán entendidas por los expertos en la materia. Las realizaciones se eligieron y se describieron para ilustrar diversas realizaciones. El alcance, por supuesto, no se limita a los ejemplos o realizaciones expuestos en esta invención, sino que puede emplearse en cualquier cantidad de aplicaciones y artículos equivalentes por los expertos en la materia. Más bien se pretende que el alcance esté definido por las reivindicaciones adjuntas al presente documento.

REIVINDICACIONES

1. Un cable, que comprende:
 - 5 uno o más conductores; y una cubierta que rodea los uno o más conductores, comprendiendo la cubierta una composición ignífuga reticulada que comprende:
 - 10 de aproximadamente el 25 % a aproximadamente el 60 %, en peso, de un polímero base; donde el polímero base es un copolímero de etileno y acetato de vinilo o comprende un copolímero de etileno injertado con silano y un copolímero de olefina;
 - 15 de aproximadamente el 20 % a aproximadamente el 70 %, en peso, de un relleno ignífugo, comprendiendo el relleno ignífugo un hidróxido metálico; y de aproximadamente 1 % a aproximadamente 15 %, en peso, de un sinergista ignífugo, el sinergista ignífugo es uno de un compuesto de zinc y fósforo rojo; y
 - 20 en donde el recubrimiento está sustancialmente libre de halógenos y libre de metales pesados; y donde el cable pasa la prueba de llama VW-1 del Underwriter's Laboratory ("UL").
2. El cable según la reivindicación 1 supera además uno o más de los ensayos de llama UL FV-1 y el ensayo de propagación de llama vertical EN60332-1-2.
3. El cable según la reivindicación 1, en el que el revestimiento es una cubierta.
- 25 4. El cable según la reivindicación 3 comprende además una capa de aislamiento dispuesta entre el uno o más conductores y la camisa, donde la capa de aislamiento comprende polietileno reticulado.
5. El cable según la reivindicación 1, donde la cubierta presenta una o más de una resistencia a la tracción de aproximadamente 1600 libras por pulgada cuadrada ("psi") o más y un alargamiento a la rotura de aproximadamente el 150 % o más.
- 30 6. El cable según la reivindicación 1 pasa la prueba de fluencia en caliente a 250 °C de la norma EN 60811-507.
- 35 7. El cable según la reivindicación 1, donde la composición ignífuga reticulada comprende además un colorante, y donde el colorante comprende negro de carbón.
8. El cable según la reivindicación 1, donde la composición ignífuga reticulada está sustancialmente libre de un adyuvante de procesamiento o compatibilizador.
- 40 9. El cable según la reivindicación 1, donde la composición ignífuga reticulada comprende:
 - 45 de aproximadamente el 30 % a aproximadamente el 40 %, en peso, del polímero base; de aproximadamente el 50 % a aproximadamente el 65 %, en peso, del relleno ignífugo; y de aproximadamente 1 % a aproximadamente 15 %, en peso, del sinergista ignífugo.
10. El cable según la reivindicación 9, donde el polímero base es un copolímero de etileno y acetato de vinilo y donde el copolímero de etileno y acetato de vinilo comprende aproximadamente 10 % a aproximadamente 50 35 % de acetato de vinilo.
11. El cable según la reivindicación 9, donde el relleno ignífugo es hidróxido de magnesio.
12. El cable según la reivindicación 9, donde el sinergista ignífugo es borato de zinc o fósforo rojo.
- 55 13. El cable según la reivindicación 9, donde la composición ignífuga reticulada se reticula con un proceso de reticulación de peróxido.
14. El cable según la reivindicación 1, donde la composición ignífuga reticulada comprende:
 - 60 de aproximadamente el 40 % a aproximadamente el 60 %, en peso, del polímero base; de aproximadamente el 30 % a aproximadamente el 40 %, en peso, del relleno ignífugo; y de aproximadamente 1 % a aproximadamente 6 %, en peso, del sinergista ignífugo.
- 65 15. El cable según la reivindicación 14, donde el polímero base comprende uno o más de una poliolefina

injertada con silano y un copolímero de etileno injertado con silano.

16. El cable según la reivindicación 14, donde la composición ignífuga reticulada se reticula con un proceso de reticulación de curado por humedad.

5

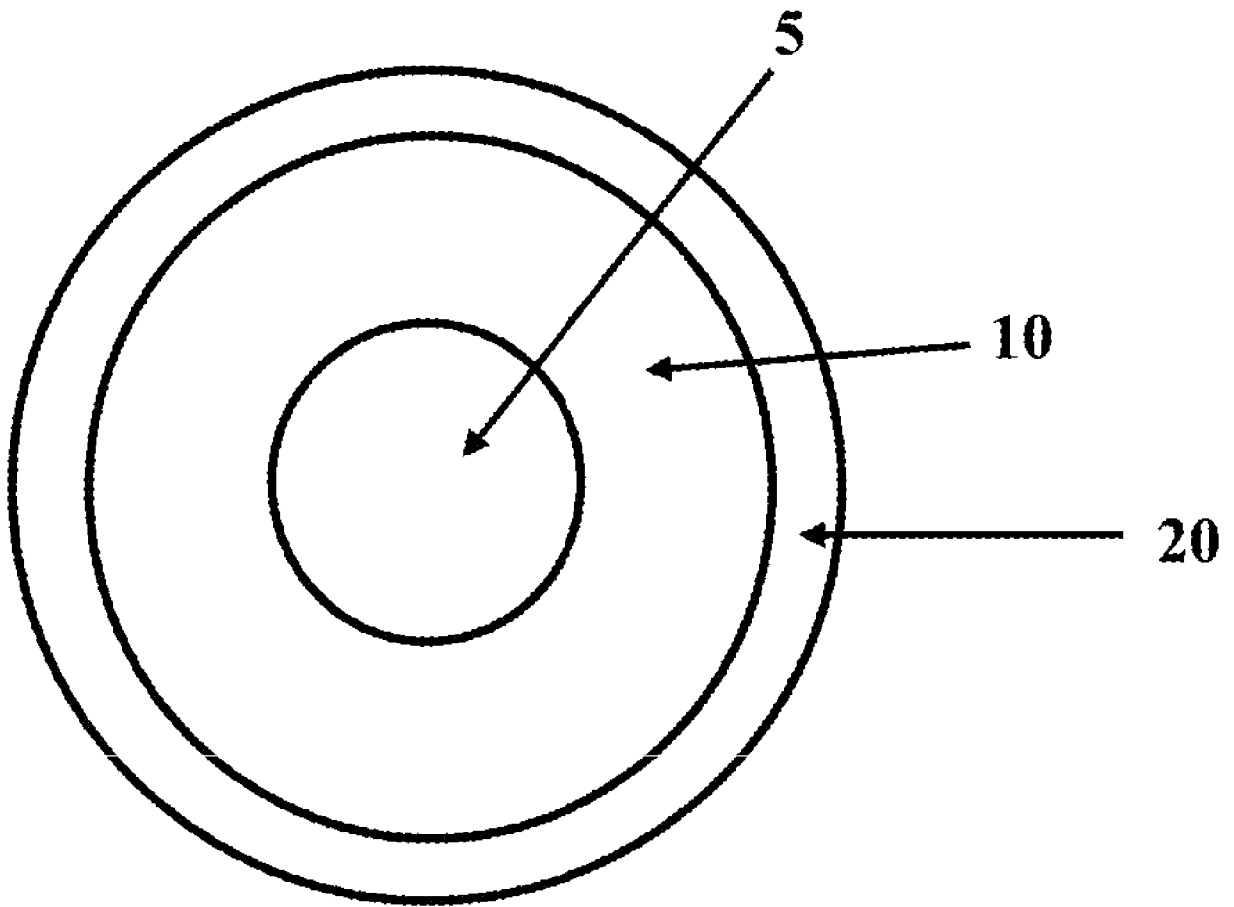


FIG. 1