

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 805 322**

51 Int. Cl.:

H01B 3/44 (2006.01)

C08K 5/3475 (2006.01)

H01B 7/28 (2006.01)

B32B 15/085 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.12.2014** **E 14197899 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.05.2020** **EP 3035345**

54 Título: **Estructura en capas con pasivante de cobre**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.02.2021

73 Titular/es:

BOREALIS AG (100.0%)
Wagramerstrasse 17-19
1220 Vienna, AT

72 Inventor/es:

FAGRELL, OLA;
DAHLEN, KRISTIAN y
HELLSTRÖM, STEFAN

74 Agente/Representante:

DURAN-CORRETJER, S.L.P

ES 2 805 322 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

Estructura en capas con pasivante de cobre

5 **Sector de la invención**

La presente invención se refiere a un cable que comprende un conductor de cobre y una capa polimérica adyacente al conductor de cobre, de manera más específica, a una capa de aislamiento de cable o alambre que puede preservar el conductor de cobre frente a la decoloración. La capa polimérica adyacente al conductor de cobre comprende una composición polimérica que comprende un polímero de etileno, que comprende un comonomero con unidades que contienen grupos silano que son hidrolizables, y un compuesto de benzotriazol. Esto previene la decoloración del conductor de cobre.

15 **Estado de la técnica anterior**

Un cable o alambre de energía eléctrica típico comprende, generalmente, uno o más conductores en un núcleo de cable, que está rodeado por una o más capas o cubiertas de aislamiento de material polimérico. El núcleo es normalmente cobre o aluminio, rodeado por una serie de diferentes capas poliméricas, cada una de las cuales cumple una función específica, por ejemplo, una capa semiconductor (capa de protección), una capa de aislamiento, una capa de apantallamiento de cinta metálica y una cubierta polimérica. Cada capa puede proporcionar más de una función. Un cable o alambre de bajo voltaje está rodeado a menudo por una sola capa polimérica que sirve como aislante, apantallamiento metálico y una capa de cubierta polimérica. Un cable de voltaje medio a extra alto puede estar rodeado, por ejemplo, por una primera capa semiconductor polimérica, una capa aislante polimérica, una segunda capa semiconductor polimérica, un apantallamiento de cinta metálica y una cubierta polimérica.

Se ha utilizado una amplia variedad de materiales poliméricos como materiales aislantes y semiconductores eléctricos para cables de alimentación. Dichos materiales poliméricos, además de tener propiedades dieléctricas adecuadas, también deben ser duraderos y deben conservar sustancialmente sus propiedades iniciales para un rendimiento eficaz y seguro durante muchos años de servicio. Dichos materiales también deben cumplir los estrictos requisitos de seguridad establecidos en las normas internacionales.

Los cables de alimentación utilizan normalmente conductores de cobre o aluminio trenzados, aunque los cables de alimentación pequeños pueden utilizar conductores sólidos.

A pesar de la competencia de otros materiales, el cobre sigue siendo el conductor eléctrico preferente en muchas construcciones de cable eléctrico, con la importante excepción de la transmisión de energía eléctrica aérea, en la que a menudo es preferente el aluminio. El alambre de cobre se utiliza en la generación de energía, transmisión de energía, distribución de energía, telecomunicaciones, circuitos electrónicos e innumerables tipos de equipos eléctricos. El cableado eléctrico es el mercado más importante para la industria del cobre. Esta incluye el cable de construcción, el cable de comunicaciones, el cable de distribución de energía, el cable de electrodomésticos, el cable y el alambre automotriz y el cable magnético. Aproximadamente, la mitad de todo el cobre extraído se utiliza para fabricar conductores de alambre y cable eléctricos. Muchos dispositivos eléctricos dependen del cableado de cobre, debido a su multitud de propiedades beneficiosas inherentes, tales como su elevada conductividad eléctrica, resistencia a la tracción, ductilidad, resistencia a la fluencia (deformación), resistencia a la corrosión, baja expansión térmica, alta conductividad térmica, capacidad de soldadura y facilidad de instalación.

El cobre reacciona lentamente con el oxígeno atmosférico para formar una capa de óxido de cobre marrón-negro que, a diferencia de la herrumbre que se forma cuando el hierro se expone al aire húmedo, protege al cobre subyacente de una corrosión más extensa. A menudo se puede observar una capa verde de cardenillo (carbonato de cobre) en las antiguas construcciones de cobre. Además, el cobre es sensible a las sustancias que contienen azufre, que contribuyen a la decoloración, así como a las huellas dactilares, ya que la transpiración es corrosiva.

La decoloración del conductor de cobre es un problema común. Esta perjudica las propiedades estéticas del conductor de cobre. Al conectar el conductor de cobre, se eliminan las capas poliméricas para obtener una parte no decolorada del conductor de cobre. Muchos conductores de cobre se instalan bajo tierra en presencia de agua, lo que aumenta la decoloración.

La Patente US6262151 da a conocer la utilización de derivados fenólicos que incluyen un grupo benzotriazol como agentes absorbentes de UV para poliolefinas.

El compuesto de benzotriazol (incluyendo sus derivados) reduce la decoloración del cobre en la superficie del cobre. Se vende para ese fin. Si el compuesto de benzotriazol se aplica sobre una superficie de cobre, protegerá la superficie de la decoloración. Formará una red polimérica protectora de benzotriazol-cobre. La capa protectora protegerá físicamente al cobre de la decoloración. El conductor de cobre puede rayarse fácilmente y la superficie protectora del compuesto de benzotriazol se puede destruir con el resultado de una superficie descolorida. Esto puede suceder cuando el aislamiento del cable se extruye sobre el conductor de cobre o durante la instalación o la utilización del cable. De manera común, los pasivantes de cobre, por ejemplo, el compuesto de benzotriazol, se añaden al aceite de trefilado del conductor de cobre antes de la extrusión del cable, formando de este modo una

capa delgada de pasivante de cobre en la superficie del conductor de cobre. Sin embargo, este procedimiento no conduce a una protección satisfactoria contra la decoloración del cobre cuando el conductor de cobre entra en contacto con la humedad después de la extrusión del cable.

El compuesto de benzotriazol y sus derivados se utilizan comúnmente en aceites aislantes para transformadores.

- 5 Funciona como un inhibidor de corrosión y protege el cobre. Existe una correlación positiva entre el espesor de la capa pasivante de cobre y la eficacia en la prevención de la corrosión.

La Patente WO2014/177153 A1 da a conocer un cable eléctrico, en particular para aplicaciones de baja tensión. El cable eléctrico comprende, como mínimo, un cable conductor rodeado por un aislamiento, en el que el aislamiento es de un material termoplástico que comprende - como mínimo, el 0,01 % en peso, aproximadamente, del componente A seleccionado entre aminas impedidas oligoméricas de tipo HALS que tienen un peso molecular de, aproximadamente, 500 a, aproximadamente, 3.400; - como mínimo, el 0,01 % en peso, aproximadamente, del componente B seleccionado entre estabilizantes frente a los UV que comprenden, como mínimo, un resto sebacato sustituido con, como mínimo, un R1 y, opcionalmente, R2, en el que R1 significa 1,2,2,6,6-pentametil-4-piperidinilo o 2,2,6,6-tetrametil-4-piperidinilo y R2 significa metilo o 1,2,2,6,6-pentametil-4-piperidinilo; - como mínimo, el 0,01 % en peso, aproximadamente, del componente C seleccionado entre fenólicos impedidos que comprenden un resto de benzotriazol y que tienen un peso molecular de, aproximadamente, 200 a, aproximadamente, 500 y - como mínimo, el 0,1 % en peso, aproximadamente, de una fuente de carbonato de calcio.

20 Además, ya se sabe que una composición de cubierta de cables contiene 100 partes de resina y 0,05-10 partes de material poroso inorgánico que contiene un inhibidor de la corrosión de Cu volátil (BASE DE DATOS WPI semana 197439, Thomson Scientific, Londres, Gran Bretaña; Patente AN 1974-68421V y Patente JP S49 10943 A (FURUKAWA ELECTRIC CO LTD) 30 de enero de 1974 (30-01-1974)).

25 Además, ya se ha dado a conocer un cable de instrumento de detección marina independiente. Se prepara mediante extrusión de capas de aislamiento de caucho de etileno propileno resistente al blanqueamiento y a los UV en las periferias de conductores de cobre trenzado estañados y recocidos para formar núcleos de alambre de aislamiento (BASE DE DATOS WPI semana 201401, Thomson Scientific, Londres, Gran Bretaña; AN 2013-J68331 y CN 102 969948 A (JIANGSU YUANYANG DONGZE CABLE GROUP CO L) 13 de marzo de 2013 (13-03-2013)).

30 La Patente EP1309632 B1 se refiere a un catalizador de condensación altamente activo adecuado para la reticulación de poliolefinas de alcoxisilano, por ejemplo, polietileno con grupos funcionales silano, seleccionado entre el grupo que consiste en: (i) un ácido arildisulfónico alquilado seleccionado entre el grupo que consiste en la estructura (I) y la estructura (II), en la que cada uno de R1 y R2 es igual o diferente y es un grupo alquilo lineal o ramificado con de 6 a 16 carbonos, y es de 0 a 3, z es de 0 a 3, con la condición de que y + z sea de 1 a 4, X es un resto divalente seleccionado entre el grupo que consiste en -C(R3)(R4)-, en el que cada uno de R3 y R4 es H o, independientemente, un grupo alquilo lineal o ramificado de 1-4 carbonos y n es 1; -C(=O)-, en el que n es 1, -O- en el que n es 1; -S-, en el que n es de 1 a 3; y -S(O)2-, en el que n es 1; (ii) un derivado de (i) seleccionado entre el grupo que consiste en anhídridos, ésteres, ésteres de ácido sulfónico bloqueados con epóxido, acetilatos y sales de amina de los mismos, que es hidrolizable al ácido arildisulfónico alquilado.

Características de la invención

45 La presente invención es un cable que comprende un conductor de cobre y una capa polimérica adyacente al conductor de cobre, en el que la capa polimérica comprende una composición polimérica que comprende un polímero de etileno, que comprende un comonomero con grupos silano que contiene unidades que son hidrolizables, y un compuesto de benzotriazol.

50 Un conductor puede conducir la electricidad a lo largo de su longitud. Puede ser una corriente de alimentación o señal. Los polímeros se definen por que tienen más de, como mínimo, 1000 unidades repetitivas.

55 Sorprendentemente, se ha descubierto que una capa polimérica, que comprende una composición polimérica que comprende un polímero de etileno, que comprende un comonomero con unidades que contienen grupos silano que son hidrolizables, y el compuesto de benzotriazol, adyacente a un conductor de cobre, formará una capa protectora en el conductor de cobre y evitará la decoloración del conductor de cobre. En lugar de aplicar el compuesto de benzotriazol en primer lugar en la superficie del conductor de cobre y arriesgarse a rayar o dañar la superficie durante la aplicación de la capa polimérica adyacente, el compuesto de benzotriazol, que está presente en la composición polimérica de la presente invención, de manera sorprendente, migra de la composición polimérica a la superficie del conductor de cobre y forma una capa protectora después de que el conductor de cobre esté cubierto por la capa polimérica que comprende la composición polimérica que comprende el compuesto de benzotriazol. Parte del compuesto de benzotriazol no reaccionado permanecerá en la capa polimérica y migrará cuando sea necesario. La capa polimérica funcionará como un depósito para el compuesto de benzotriazol, que prolonga el efecto de decoloración en comparación con la aplicación directa sobre la superficie del conductor de cobre. La capa protectora se autoreparará y la capa polimérica funcionará como un depósito.

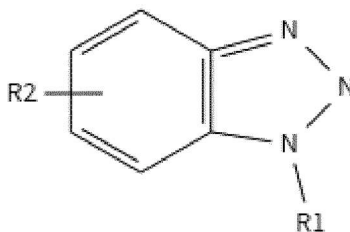
65 El benzotriazol es un compuesto con un sitio activo de benzotriazol. Puede estar sustituido o no sustituido. La capa

polimérica significa que el conductor está parcialmente laminado o que, de manera más adecuada, rodea al conductor, es decir, el conductor está revestido con una capa polimérica. La capa polimérica puede ser una capa de aislamiento, una capa semiconductora, una capa combinada de aislamiento y cubierta. Lo decisivo es que la capa polimérica debe estar adyacente al conductor, es decir, en contacto directo. La capa polimérica es, de manera adecuada, una capa de aislamiento o una capa combinada de aislamiento y cubierta, de la manera más adecuada, solo una capa de aislamiento. La capa de aislamiento se puede utilizar en muchas aplicaciones que incluyen conductores de cobre, de la manera más adecuada, en un cable.

El cable de la presente invención comprende un conductor de cobre y una capa polimérica adyacente al conductor de cobre, en el que la capa polimérica comprende una composición polimérica que comprende el polímero de etileno, que comprende un comonomero con grupos silano que contiene unidades que son hidrolizables, y el compuesto de benzotriazol. De manera adecuada, la capa polimérica del cable es una capa de aislamiento, una capa semiconductora, una capa de cubierta o una capa combinada de aislamiento y cubierta, de manera más adecuada, una capa de aislamiento o una capa combinada de aislamiento y cubierta. De la manera más adecuada, la capa polimérica es una capa de aislamiento que está revestida, de manera adecuada, con una capa de cubierta.

Descripción detallada de la invención

El compuesto de benzotriazol puede estar sustituido o no sustituido y, de manera adecuada, es un compuesto de fórmula (I) (a continuación, en la presente memoria descriptiva, compuesto de benzotriazol):



(I) en la que

R1 es un átomo de hidrógeno, un grupo alquilo que comprende, como mínimo, 6 átomos de carbono, de manera adecuada, como mínimo, 12 átomos de carbono y, de manera adecuada, menos de 100 átomos de carbono, de manera más adecuada, de 12 a 100 átomos de carbono, o un grupo alquilo que comprende, como mínimo, un grupo amina y

R2 es un átomo de hidrógeno o un grupo alquilo, de manera adecuada, un grupo metilo.

Mediante la sustitución del compuesto de benzotriazol, se puede controlar el equilibrio entre la exudación y la compatibilidad entre la composición polimérica y el compuesto de benzotriazol. La solubilidad mejorada del compuesto de benzotriazol significa que se puede añadir una mayor carga de compuesto de benzotriazol a la composición polimérica.

Entre los ejemplos de compuestos de benzotriazol comerciales están Irgamet 30, Irgamet 39, Irgamet 42, Irgamet BTA, Irgamet BTZ e Irgamet TTZ suministrados por Basell.

En una realización adicional, el compuesto de benzotriazol está sustituido con, como mínimo, una amina. De manera adecuada, el compuesto de benzotriazol es Irgamet 39, que es una mezcla de 2 isómeros: N,N-bis(2-etilehexil)-4-metil-1H-benzotriazol-1-metilamina (No. CAS: 80584-90-3) y N,N-bis(2-etilehexil)-5-metil-1H-benzotriazol-1-metilamina (No. CAS: 80595-74-0).

En una realización, la cantidad de compuesto de benzotriazol en la composición polimérica es de 50 ppm a 1000 ppm, de manera adecuada, de 50 ppm a 500 ppm o, de manera más adecuada, de 100 ppm a 400 ppm.

La composición polimérica comprende un polímero de etileno. El polímero de etileno es, de manera adecuada, como mínimo, el 70 % en peso o, de manera más adecuada, más del 90 % en peso de la composición polimérica. El polímero de etileno tiene, de manera adecuada, un MFR₂ de 0,1 a 40 g/10 min, de manera adecuada, de 0,5 a 15 g/10 min y, de la manera más adecuada, de 0,75 a 4 g/10 min.

La definición de polímero de etileno es un polímero con más del 50 % en peso de monómeros de etileno, de manera adecuada, más del 90 % en peso de monómeros de etileno. El polímero de etileno puede comprender, además, alfa-olefinas y comonomeros con grupos vinilo y grupos funcionales, tales como comonomeros polares.

El polímero de etileno comprende un comonomero con unidades que contienen grupos silano que son hidrolizables.

Grupos silano que son hidrolizables significan que una reacción de condensación de silanol puede formar enlaces covalentes con otros grupos silano. Los grupos silano pueden formar enlaces covalentes con otros grupos silano del polímero de etileno con un comonomero con unidades que contienen grupos silano y formar una red. El grado de reticulación se puede medir, por ejemplo, por el contenido de geles o el alargamiento en caliente.

El polímero de etileno con unidades que contienen grupos silano tiene, de manera adecuada, un contenido de silano del 0,1 al 10 % en peso, de manera adecuada, del 1 a 5 % en peso 20 y, de la manera más adecuada, del 1,5 a 3 % en peso.

El polímero de etileno con unidades que contienen grupos silano se puede producir mediante diversos procedimientos convencionales. El silano es hidrolizable, es decir, reticulable. Los grupos silano hidrolizables se pueden introducir en el polímero de etileno mediante copolimerización de, por ejemplo, monómeros de etileno con uno o más comonómeros que contienen grupos silanos o mediante injerto, es decir, mediante la modificación química del polímero de etileno mediante la adición de grupos silano, principalmente, en una reacción por radicales, bien conocida en la técnica. Los beneficios de la copolimerización son que no hay residuos de peróxido polar o vinilsilanos sin reaccionar en el artículo final. Esto hará que el producto final sea más uniforme, de mejor consistencia y mejorará la calidad. La estabilidad al almacenamiento del etileno copolimerizado con viniltrietoxisilano y/o viniltrimetoxisilano producido en un procedimiento de radicales de alta presión se mejora mucho en comparación con las soluciones injertadas. Otro beneficio es la menor manipulación de vinilsilanos líquidos, que son inflamables y tienen un fuerte olor. Otros beneficios son menos rechazos, menor "scorch" (reticulación prematura en la extrusora) y ciclos de producción más largos (menos limpieza de las extrusoras). La copolimerización es el procedimiento de producción preferente del polímero de etileno con unidades que contienen grupos silano. La cantidad de grupos silano se puede disminuir en comparación con el injerto. La razón de esto es que todos los grupos de silano se copolimerizan mientras que el polímero injertado contiene generalmente silano sin reaccionar con residuos de peróxido. De manera adecuada, el polímero de etileno con unidades que contienen grupos silano es un polímero de etileno de baja densidad que contiene unidades que contienen grupos silano.

El polímero de etileno de la presente invención se produce mediante polimerización de etileno, de manera adecuada, con un comonómero con unidades que contienen grupos silano, tal como se ha definido anteriormente, en un procedimiento de polimerización por radicales de alta presión (HP, de High Pressure) utilizando polimerización mediante radicales libres en presencia de uno o más iniciadores y, opcionalmente, utilizando un agente de transferencia de cadena (CTA, de Chain Transfer Agent) para controlar el MFR del polímero.

El reactor HP puede ser, por ejemplo, un reactor tubular o autoclave, bien conocidos, o una mezcla de los mismos, de manera adecuada, un reactor tubular. La polimerización a alta presión (HP) y el ajuste de las condiciones del procedimiento para adaptar aún más las otras propiedades de la poliolefina dependiendo de la aplicación final deseada son bien conocidos y se han descrito en la bibliografía, y se pueden utilizar fácilmente por un experto en la materia. Las temperaturas de polimerización adecuadas varían hasta 400 °C, preferentemente, de 80 a 350 °C y la presión de 70 MPa, preferentemente de 100 a 400 MPa, más preferentemente, de 100 a 350 MPa. La polimerización a alta presión se realiza generalmente a presiones de 100 a 400 MPa y a temperaturas de 80 a 350 °C. Estos procedimientos son bien conocidos y están bien documentados en la bibliografía.

La incorporación del comonómero con unidades que contienen grupos silano (así como otros comonómeros opcionales) y el control de la alimentación de comonómero para obtener el contenido final deseado de dicho comonómero (hidrolizable) con unidades que contienen grupos silano se puede llevar a cabo de una manera conocida y está dentro de las habilidades de un experto en la materia.

Se pueden encontrar más detalles de la producción de homopolímeros y copolímeros de etileno mediante polimerización por radicales a alta presión, entre otros, en Encyclopedia of Polymer Science and Engineering, vol. 6 (1986), págs. 383-410 y Encyclopedia of Materials: Science and Technology, 2001 Elsevier Science Ltd.: "Polyethylene: High-pressure, R. Klimesch, D. Littmann y F.-O. Mähling págs. 7181-7184.

Los comonómeros que contienen grupos silano para la copolimerización de grupos silano o el compuesto que contiene grupos silano para injertar grupos silano para producir un polímero de etileno es, de manera adecuada, un compuesto de vinilsilano representado por la fórmula:



en la que

R^1 es un grupo hidrocarbilo, hidrocarbiloxi o (met)acriloxihidrocarbilo etilénicamente insaturado, cada R^2 es independientemente un grupo hidrocarbilo alifático saturado, Y, que puede ser igual o diferente, es un grupo orgánico hidrolizable y q es 0, 1 o 2.

Ejemplos especiales de los compuestos de silano insaturado son aquellos en los que R^1 es vinilo, alilo, isopropenilo, butenilo, ciclohexanilo o gamma-(met)acriloxipropilo; Y es metoxi, etoxi, formiloxi, acetoxi, propioniloxi o un grupo alquilo o arilamino; y R^2 , si está presente, es un grupo metilo, etilo, propilo, decilo o fenilo. El más adecuado es el viniltrietoxisilano (VTES) o el viniltrimetoxisilano (VTMS).

Una realización de la presente invención es la copolimerización del monómero de etileno con comonómero de viniltrietoxisilano o de viniltrimetoxisilano en un procedimiento de radicales de alta presión para producir el copolímero de etileno con un copolímero con unidades que contienen grupos silano.

El polímero de etileno con unidades que contienen grupos silano puede contener además uno o más comonómeros que son distintos del comonómero que contiene grupos silano. Además, el polímero de etileno con unidades que contienen grupos silano puede contener grupos polares adicionales distintos de los grupos silano (en la presente

memoria descriptiva, denominados grupos polares). En una realización, el polímero de etileno con unidades que contienen grupos silano contiene también grupos polares, que se pueden introducir injertando un compuesto que contiene grupos polares o copolimerizando un comonomero que contiene grupos polares (en la presente memoria descriptiva denominado comonomero polar). En esta realización, el polímero de etileno se produce polimerizando monómero de etileno con comonomero que contiene grupos silano y con, como mínimo, un comonomero polar, de manera adecuada, uno.

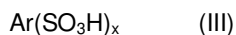
En una realización, el polímero de etileno con unidades que contienen grupos silano se selecciona entre un polímero que consiste en monómero de etileno, comonomero que contiene grupos silano y uno o más comonomeros polares, de manera adecuada, uno. Los comonomeros polares típicos son a) ésteres de carboxilato de vinilo, tales como acetato de vinilo y pivalato de vinilo, (b) (met)acrilatos, tales como (met)acrilato de metilo, (met)acrilato de etilo, (met)acrilato de butilo y (met)acrilato de hidroxietilo, (c) ácidos carboxílicos olefinicamente insaturados, tales como ácido (met)acrílico, ácido málico y ácido fumárico, (d) derivados de ácido (met)acrílico, tales como (met)acrilonitrilo y (met)acrilamida, y (e) viniléteres, tales como vinilmetil éter y vinilfenil éter. El polímero de etileno se produce mediante una polimerización a alta presión con iniciación por radicales libres.

Los comonomeros polares típicos pueden ser uno o más grupos hidroxilo, grupos alcoxi, grupos carbonilo, grupos carboxilo, grupos éter o grupos éster, o una mezcla de los mismos, pueden ser utilizados. De manera más adecuada, uno o más comonomeros polares que contienen uno o más grupos carboxilo y/o éster se pueden utilizar como dicho comonomero polar. De manera aún más adecuada, los comonomeros polares se seleccionan entre los grupos de acrilatos, metacrilatos o acetatos, o cualquier mezcla de los mismos. De manera aún más adecuada, se seleccionan entre el grupo de acrilatos de alquilo, metacrilatos de alquilo o acetato de vinilo, o una mezcla de los mismos. Más preferentemente, dichos comonomeros polares opcionales se pueden seleccionar entre acrilatos de alquilo de C1 a C6, metacrilatos de alquilo de C1 a C6 o acetato de vinilo.

Los comonomeros polares especialmente adecuados son acetato de vinilo (EVA), (met)acrilato de metilo, (EMA y EMMA), acrilato de etilo (EEA) y/o acrilato de butilo (EBA), de la manera más adecuada, EBA, EMA y EEA. Se pueden utilizar en combinación dos o más de estos compuestos olefinicamente insaturados. El término "ácido (met)acrílico" pretende abarcar tanto el ácido acrílico como el ácido metacrílico. El copolímero de etileno se produce mediante una polimerización a alta presión con iniciación por radicales libres.

En una realización de la presente invención, la capa polimérica es una capa de aislamiento reticulada mediante una reacción de condensación del polímero de etileno con un comonomero con unidades que contienen grupos silano. De manera adecuada, la reacción de condensación está catalizada por un catalizador de la reacción de condensación. Los cables típicos con la capa de aislamiento adyacente al conductor de cobre son, de manera común, delgados y se utilizan en aplicaciones expuestas al clima y al viento. Los cables se reticulan para soportar el entorno exigente. Una capa protectora autorreparable de compuesto de benzotriazol es especialmente adecuada para estos cables.

El catalizador de la reacción de condensación se selecciona, de manera adecuada, entre carboxilatos de metales, tales como estaño, zinc, hierro, plomo y cobalto; y un compuesto de titanio que porta un grupo hidrolizable a un ácido de Brønsted, entre bases orgánicas; entre ácidos inorgánicos; y entre ácidos orgánicos; de manera más adecuada entre carboxilatos de metales, tales como estaño, zinc, hierro, plomo y cobalto, y compuestos de titanio que tienen un grupo hidrolizable a un ácido de Brønsted, tal como se ha definido anteriormente y ácidos orgánicos. El catalizador de la reacción de condensación es, de manera adecuada, un ácido, de manera más adecuada, un ácido de Brønsted. En una realización aún más adecuada, el catalizador de la reacción de condensación es un ácido sulfónico, de manera aún más adecuada, un ácido sulfónico orgánico aromático, que es un ácido sulfónico orgánico que comprende el elemento estructural:



en el que

Ar es un grupo arilo que puede estar sustituido o no sustituido, y si está sustituido, entonces de manera adecuada con, como mínimo, un grupo hidrocarbilo de hasta 50 átomos de carbono, y x es, como mínimo, 1; o un precursor del ácido sulfónico de fórmula (III) que incluye un anhídrido de ácido del mismo o un ácido sulfónico de fórmula (III) que se ha provisto de grupos protectores hidrolizables, por ejemplo, un grupo acetilo que se puede eliminar por hidrólisis. Dichos ácidos sulfónicos orgánicos se dan a conocer, por ejemplo, en la Patente EP736065, o alternativamente, en las Patentes EP1309631, EP1309632.

En una realización, el catalizador de la reacción de condensación es un ácido sulfónico aromático, de manera más adecuada el ácido sulfónico orgánico aromático de fórmula (III). Dicho ácido sulfónico de fórmula (III) como el catalizador de la reacción de condensación puede comprender la unidad estructural, según la fórmula (III), una o varias veces, por ejemplo, dos o tres veces (como una unidad repetitiva (II)). Por ejemplo, dos unidades estructurales, según la fórmula (III), pueden unirse entre sí mediante un grupo puente, tal como un grupo alquileo. De manera adecuada, el ácido sulfónico aromático orgánico de fórmula (III) tiene de 6 a 200 átomos de carbono, de manera más adecuada, de 7 a 100 átomos de carbono.

De manera adecuada x es 1, 2 o 3, y de manera más adecuada, x es 1 o 2. De la manera más adecuada, Ar es un grupo fenilo, un grupo naftaleno o un grupo aromático que comprende tres anillos fusionados tales como fenantreno

y antraceno.

Entre los ejemplos de los compuestos de ácido sulfónicos de fórmula (II) aún más adecuados, que no constituyen limitación, están, ácido p-toluenosulfónico, ácido 1-naftalenosulfónico, ácido 2-naftalenosulfónico, p-toluenosulfonato de acetilo, acetilmetano-sulfonato, ácido dodecilbencenosulfónico, octadecanoil-metanosulfonato y ácido tetrapropilbencenosulfónico; que cada uno, independientemente, puede estar adicionalmente sustituido.

El ácido sulfónico aún más adecuado de fórmula (III) está sustituido, es decir, Ar es un grupo arilo que está sustituido con, como mínimo, un grupo hidrocarbilo de C1 a C30. En este subgrupo más adecuado del ácido sulfónico de fórmula (III), es adecuado además que Ar sea un grupo fenilo y x sea, como mínimo, uno (es decir, el fenilo está sustituido con, como mínimo, un $-S(=O)_2OH$), de manera más adecuada, x es 1, 2 o 3; y de manera más adecuada, x es 1 o 2 y Ar es fenilo que está sustituido con, como mínimo, un grupo hidrocarbilo de C3-20. El ácido sulfónico más conveniente (III) como el catalizador de la reacción de condensación es ácido tetrapropilbencenosulfónico y ácido dodecilbencenosulfónico, de manera más adecuada, ácido dodecilbencenosulfónico.

La cantidad del catalizador de la reacción de condensación es, normalmente, de 0,00001 hasta 0,1 mol/kg de composición polimérica, de manera adecuada, de 0,0001 a 0,01 mol/kg de composición polimérica, de manera más adecuada, de 0,0005 a 0,005 mol/kg de composición polimérica. La elección del catalizador de la reacción de condensación y la cantidad factible del mismo depende de la aplicación final y está dentro de las habilidades de un experto en la materia.

En una realización el cable que comprende la capa polimérica es una capa de aislamiento que comprende la composición polimérica. De manera adecuada, la composición polimérica se reticula mediante reacción de condensación, de manera adecuada, con un catalizador de la reacción de condensación, tal como en cualquiera de las realizaciones descritas anteriormente. El alargamiento en caliente de la composición polimérica reticulada es, de manera adecuada, inferior al 175 % después de 7 días en condiciones ambientales, HR50, de manera más adecuada inferior al 100 %. El alargamiento en caliente se mide tal como se describe en los procedimientos de ensayo. Un objetivo de la presente invención son buenas propiedades de decoloración mientras se mantienen buenas propiedades de reticulación, incluso para catalizadores de reacción de condensación ácida, tales como los ácidos sulfónicos.

En una realización la reacción de condensación se lleva a cabo utilizando un catalizador de la reacción de condensación que es ácido, o de manera más adecuada, ácido sulfónico, la cantidad de compuesto de benzotriazol en la composición polimérica es, de manera adecuada, de 50 ppm a 500 ppm en la composición polimérica, de manera más adecuada, de 50 ppm a 400 ppm o, de la manera más adecuada, de 100 ppm a 300 ppm. Es sorprendente que estas buenas propiedades de reticulación se puedan mantener con una carga tan elevada del compuesto de benzotriazol, debido a su naturaleza básica.

La composición polimérica puede contener uno o más componentes adicionales, tales como otro u otros componentes poliméricos, tales como uno o más termoplásticos miscibles; uno o más aditivos, tales como uno o más antioxidantes, uno o más estabilizantes adicionales, por ejemplo, uno o más retardantes de la arborescencia higroscópica; uno o más lubricantes, uno o más agentes espumantes o uno o más colorantes; una o más cargas, tales como cargas conductivas.

La cantidad total del o de los componentes poliméricos adicionales, si están presentes, es normalmente hasta el 30 % en peso, de manera adecuada, hasta el 20 % en peso, de manera adecuada, hasta el 10 % en peso, de manera más adecuada, del 0,5 al 7 % en peso, basado en la cantidad total de la composición polimérica.

La cantidad total del o de los aditivos, si están presentes, es generalmente del 0,01 a 10 % en peso, de manera adecuada, el 0,05 a 7 % en peso, de manera más adecuada, del 0,2 al 5 % en peso, basada en la cantidad total de la composición polimérica.

De manera adecuada, la composición polimérica comprende una poliolefina, un compuesto de benzotriazol de fórmula (I) y opcionalmente, y de manera adecuada, aditivos adicionales, de manera adecuada, consiste en los mismos.

De manera adecuada, el compuesto de benzotriazol se añade a la composición polimérica en forma de una mezcla maestra o Masterbatch (MB), que comprende el compuesto de benzotriazol junto con un medio portador. Alternativamente, el compuesto de benzotriazol puede empaparse en la composición polimérica o en la mezcla maestra de catalizador de la reacción de condensación. De manera más adecuada, el compuesto de benzotriazol se añade como mezcla maestra, ya que esto hace que la dosificación sea más precisa. Esto reduce el riesgo de sobredosis y, en consecuencia, reduce el riesgo de perjudicar la reticulación. De manera adecuada, el compuesto de benzotriazol se añade en la mezcla maestra de catalizador de la reacción de condensación.

En una realización de la presente invención, la capa de aislamiento está revestida con una capa de cubierta. Dicha capa es una capa de cubierta que cubre y protege mecánicamente la capa de aislamiento. El objetivo de dicha capa es ser tenaz y resistente al daño mecánico, tanto a corto plazo durante la instalación como a largo plazo después de la instalación.

De manera adecuada, el cable es un cable de alimentación, de manera más adecuada, es un cable de alimentación de baja tensión (LV) o de media tensión (MV), de la manera más adecuada, un cable de alimentación de baja tensión. El cable de alimentación se define como un cable que transfiere energía que funciona a cualquier nivel de

voltaje. El cable de alimentación de baja tensión normalmente opera a voltajes inferiores a 6 kV, generalmente superiores a 400V. Los cables de alimentación de MV funcionan a niveles de voltaje más elevados y en diferentes aplicaciones que los cables de LV. Generalmente, un cable de alimentación MV típico opera a voltajes de 6 a 36 kV. El cable de alimentación de baja tensión y, en alguna realización, los cables de alimentación de media tensión (MV) comprenden un conductor eléctrico que está recubierto con una capa de aislamiento o una capa combinada de aislamiento y cubierta, de manera adecuada, una capa de aislamiento. Normalmente, los cables de alimentación de MV comprenden un conductor rodeado, como mínimo, por una capa semiconductora interna, una capa de aislamiento y una capa semiconductora externa, en ese orden. De manera adecuada, el aislamiento del cable se extruye sobre el conductor de cobre.

La presente invención se refiere, además, a un procedimiento para pasivar un conductor de cobre de un cable mediante migración, en el que el procedimiento comprende las etapas de producir una capa de cable, según cualquiera de las realizaciones anteriores, para la adición de un pasivante de cobre en un cable, de manera adecuada, una capa de aislamiento. El conductor de cobre debe limpiarse de manera adecuada. La composición polimérica debe aplicarse directamente sobre el conductor de cobre, de manera adecuada, mediante extrusión. El pasivante de cobre migra desde la capa de aislamiento al conductor de cobre. El pasivante de cobre es un aditivo que evita la degradación del cobre, es decir, la decoloración. El pasivante está formando una capa polimérica en la superficie y, de este modo, protege el cobre de la degradación. De manera adecuada, el pasivante de cobre es un compuesto de benzotriazol, tal como se ha descrito en cualquier realización anterior.

Procedimientos de ensayo

a) Índice de fluidez

El índice de fluidez MFR₂ se midió según la norma ISO 1133 a 190 °C y una carga de 2,16 kg para homopolímeros y copolímeros de etileno.

b) Densidad: la densidad se midió según la norma ISO 1183D e ISO1872-2 para la preparación de muestras.

c) El contenido (% en peso y % molar) de comonomero polar presente en el polímero y el contenido (% en peso y % molar) de unidades que contienen grupos silano (preferentemente, el comonomero) presentes en la composición polimérica (preferentemente, en el polímero):

Se utilizó espectroscopía de resonancia magnética nuclear (RMN) cuantitativa para cuantificar el contenido de comonomero del polímero en la composición polimérica.

Se registraron espectros de RMN de ¹H cuantitativa en estado en solución utilizando un espectrómetro de RMN Bruker Avance III 400 que funcionaba a 400,15 MHz. Todos los espectros se registraron utilizando un cabezal de sonda de 5 mm inverso de banda ancha estándar a 100 °C utilizando gas nitrógeno para todos los componentes neumáticos. Se disolvieron, aproximadamente, 200 mg de material en 1,2-tetracloroetano-d₂ (TCE-d₂) utilizando diterc-butilhidroxitolueno (BHT) (CAS 128-37-0) como estabilizante. Se utilizó la excitación de pulso simple estándar utilizando un pulso de 30 grados, un retraso de relajación de 3 s y sin rotación de la muestra. Se adquirieron un total de 16 transitorios por espectro utilizando 2 escaneos simulados. Se recogieron un total de 32k puntos de datos por FID con un tiempo de permanencia de 60 μs, que correspondía a una ventana espectral de, aproximadamente, 20 ppm. El FID se rellenó con valores cero a 64k puntos de datos y se aplicó una función de ventana exponencial con ampliación de línea de 0,3 Hz. Se eligió esta configuración principalmente por la capacidad de resolver las señales cuantitativas resultantes de la copolimerización de metilacrilato y viniltrimetilsiloxano, cuando están presentes en el mismo polímero.

Los espectros cuantitativos de RMN de ¹H se procesaron, se integraron y se determinaron las propiedades cuantitativas utilizando programas de automatización de análisis espectral personalizados. Todos los desplazamientos químicos se referenciaron internamente a la señal residual de disolvente protonado a 5,95 ppm. Cuando se presentaron señales características resultantes de la incorporación de acrilato de vinilo (VA), acrilato de metilo (MA), acrilato de butilo (BA) y viniltrimetilsiloxano (VTMS), en varias secuencias de comonomero (Randell89). Todos los contenidos de comonomero se calcularon con respecto a todos los otros monómeros presentes en el polímero.

La incorporación de acrilato de vinilo (VA) se cuantificó utilizando la integral de la señal a 4,84 ppm asignada a los sitios *VA, que representa los núcleos informadores por comonomero y corrigiendo la superposición de los protones OH de BHT cuando está presente:

$$VA = (I * VA - (I \text{ ArBHT} / 2) / 1$$

La incorporación de acrilato de metilo (MA) se cuantificó utilizando la integral de la señal a 3,65 ppm asignada a los sitios 1MA, que representa el número de núcleos informadores por comonomero:

$$MA = I \text{ 1MA} / 3$$

La incorporación de acrilato de butilo (BA) se cuantificó utilizando la integral de la señal a 4,08 ppm asignada a los sitios 4BA, que representa el número de núcleos informadores por comonomero:

$$BA = I \text{ 4BA} / 2$$

5 La incorporación de viniltrimetilsiloxano se cuantificó utilizando la integral de la señal a 3,56 ppm asignado a los sitios 1VTMS, que representa el número de núcleos informadores por comonomero:

$$VTMS = I \text{ 1VTMS} / 9$$

10 Se observaron las señales características resultantes de la utilización adicional de BHT como estabilizante. El contenido de BHT se cuantificó utilizando la integral de la señal a 6,93 ppm asignada a los sitios ArBHT, lo que representa el número de núcleos informadores por molécula:

$$BHT = I \text{ ArBHT} / 2$$

15 El contenido de comonomero de etileno se cuantificó utilizando la integral de la señal alifática mayor (general) entre 0,00 y 3,00 ppm. Esta integral puede incluir los sitios 1VA (3) y α VA (2) de la incorporación aislada de acetato de vinilo, los sitios *MA y α MA de la incorporación aislada de metilacrilato, los sitios 1BA (3), 2BA (2), 3BA (2), *BA (1) y α BA (2) de la incorporación aislada de acrilato de butilo, los sitios *VTMS y α VTMS de la incorporación aislada de vinilsilano y los sitios alifáticos de BHT, así como los sitios de secuencias de polietileno. El contenido total de comonomero de etileno se calculó en función de la integral general y compensando las secuencias de comonomero y de BHT observadas:

$$E = (1/4) * [I \text{ general} - 5 * VA - 3 * MA - 10 * BA - 3 * VTMS - 21 * BHT]$$

25 Cabe señalar que la mitad de las señales α en la señal general representan etileno y no comonomero y que se introduce un error insignificante debido a la incapacidad para compensar los dos extremos de cadena saturados (S) sin sitios de ramificación asociados. Las fracciones molares totales de un monómero (M) dado en el polímero se calcularon como:

$$30 \quad fM = M / (E + VA + MA + BA + VTMS)$$

La incorporación de comonomero total de un monómero dado (M) en porcentaje molar se calculó a partir de las fracciones molares de la manera estándar:

$$35 \quad M [\% \text{ molar}] = 100 * fM$$

La incorporación de comonomero total de un monómero dado (M) en porcentaje en peso (% en peso) se calculó a partir de las fracciones molares y el peso molecular del monómero (MW) de la manera estándar:

$$40 \quad M [\% \text{ en peso}] = 100 * (fM * MW) / ((fVA * 86,09) + (fMA * 86,09) + (fBA * 128,17) + (fVTMS * 148,23) + ((1 - fVA - fMA - fBA - fVTMS * 28,05)))$$

randall89

J. Randall, Macromol. Sci., Rev. Macromol. Chem Phys. 1989, C29, 201.

45 Resulta evidente para un experto en la materia que el principio anterior se puede adaptar de manera similar para cuantificar el contenido de cualquier comonomero o comonomeros polares adicionales, que sean distintos de MA, BA y VA, si quedan dentro de la definición del comonomero polar, tal como se da en la presente memoria descriptiva, y para cuantificar el contenido de cualquier otra unidad que contenga grupos silanos que no sea VTMS, si queda dentro de la definición de unidades que contienen grupos silano, tal como se da en la presente memoria descriptiva, utilizando la integral de la señal característica respectiva.

55 d) Contenido de geles (% en peso): se mide según la norma ASTM D2765-90 utilizando una muestra que consiste en dicha composición polimérica de poliolefina reticulada con silano de la presente invención (Procedimiento A, extracción con decalina). Las condiciones ambientales son de 23 °C, 50 % de humedad ambiental (HR). La HR de 50 °C a 100 °C fue, aproximadamente, del 10 %, si no se especifica lo contrario.

e) Alargamiento en caliente

60 Preparación de la cinta: las mezclas se extruyen a 190 °C. Posteriormente, se realiza reticulación en un baño de agua a temperaturas de 90 °C durante 24 horas. Después, las muestras se colocan en un ambiente constante configurado a 23 °C y el 50 % de humedad durante 24 h (definida como condiciones ambientales). Posteriormente, se cortan las cintas de la longitud deseada.

65 Las cintas descritas anteriormente se utilizan para determinar las propiedades de alargamiento en caliente. Se preparan tres muestras de halterio, tomadas a lo largo de la dirección de extrusión según la norma ISO527 5A a partir de la cinta reticulada de 1,8 +/- 0,1 mm de espesor. Los ensayos de alargamiento en caliente se realizan según EN60811-2-1 (ensayo de alargamiento en caliente) midiendo la deformación térmica. Las líneas de referencia están

marcadas a 20 mm de distancia en las probetas halterio. Cada muestra de ensayo se fija verticalmente desde el extremo superior de la misma en el horno y se une la carga de 0,2 MPa al extremo inferior de cada muestra de ensayo. Después de 15 minutos, 200 °C en el horno, se mide la distancia entre las líneas premarcadas y se calcula el porcentaje de alargamiento en caliente, como % de alargamiento. Para el % de alargamiento permanente, se elimina la fuerza de tracción (peso) de las muestras de ensayo y posteriormente, se recupera a 200 °C durante 5 minutos y, a continuación, se deja enfriar a temperatura ambiente.

El % de alargamiento permanente informado en la tabla 3 se calcula a partir de la distancia entre las líneas marcadas. Se informa el promedio de los tres ensayos.

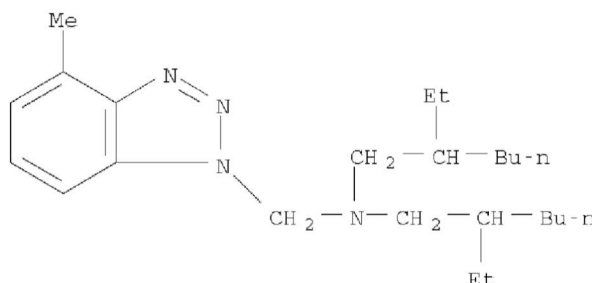
Materiales

LE4423, copolímero de etileno VTMS se fabrica en un procedimiento de radicales de alta presión, en el que los monómeros de etileno se hicieron reaccionar con cantidades de viniltrimetoxisilano (VTMS) para producir un 1,35 % en peso de contenido de silano en el copolímero. El MFR₂ es 1g/10 min. LE4423 se da a conocer en la Patente EP2562768.

CatMB SA, mezcla maestra de catalizador de la reacción de condensación con un vehículo de polímero de etileno de baja densidad (MFR₂ es 7,5 g/10 min) que contiene el 1,5 % en peso de ácido dodecibencenosulfónico como catalizador de la reacción de condensación y el 2 % de Irganox 1010 como estabilizante, se mezcló en seco con los copolímeros de silano.

CATMB SB, mezcla maestra de catalizador de la reacción de condensación con un vehículo de polímero de etileno de baja densidad (MFR₂ es 7,5 g/10 min) que contiene el 4 % en peso de Nacure CD-2180, suministrado por King Industries como catalizador de la reacción de condensación y el 2 % Irganox 1010 como estabilizante, se mezcló con seco en los copolímeros de silano.

CATMB Estaño, mezcla maestra de catalizador de la reacción de condensación con un vehículo de polímero de etileno de baja densidad (MFR₂ es 7,5 g/10 min) que contiene el 3 % en peso de dilaurato de dioctilestaño, DOTL, como catalizador de la reacción de condensación y el 2 % de Irganox 1010 como estabilizante, se mezcló en seco con los copolímeros de silano.



Irgamet 39 suministrado por Basell, CAS 80584-90-3

Preparación de muestras

Antes de la extrusión, los conductores de cobre se limpiaron con un paño empapado en isopropanol. La apariencia de la superficie del conductor de cobre era brillante sin defectos ni decoloración. Los aislamientos se extruyeron sobre conductores de cobre trenzados en una mini línea de cable utilizando un perfil de temperatura de 150 °C/160 °C/170 °C y 50 rpm. El diámetro del conductor de cobre era de 5 mm y el espesor de la capa de aislamiento era de 0,7 mm. Además, el conductor de cobre fue precalentado a 110 °C antes de la extrusión.

Todos los ejemplos tienen el 5 % en peso de mezcla maestra de catalizador de la reacción de condensación (CatMB) y el 95 % en peso de LE4423. El Irgamet 39 se añadió en el CatMB. La cantidad final de Irgamet 39 en la composición polimérica se indica en cada ejemplo.

Los cables se inspeccionaron después del tratamiento en un baño de agua a 90 °C durante 24 horas mediante el pelado de ~ 5 cm del aislamiento. En general, hubo cierta decoloración visible después del tratamiento en baño de agua caliente. Después del tratamiento en condiciones ambientales durante 24 h (23 °C, 50 % HR) no hubo signos de decoloración en ninguna de las muestras.

Tabla 1, apariencia de decoloración del conductor de cobre

Calificación	Apariencia	Comentario
1	Decoloración oscura	El cobre tiene una piel oscura
2	Claramente descolorido	
3	Decoloración ligera	Piel gris claramente visible que cubre la mayor parte del conductor de cobre
4	Decoloración leve	Algunas manchas grises
5	Cobre brillante	Nada

Tabla 2, decoloración de cobre sobre los cables después de un baño a 90°C durante 24 h

Muestra	Contenido de Irgamet 39	Calificación
Alambre desnudo		5
LE4423	0 ppm	3
LE4423 + CATMB Estaño	600 ppm	5
LE4423 + CATMB Estaño	0 ppm	3
LE4423 + CatMB SA	0 ppm	3
LE4423 + CatMB SB	0 ppm	3
LE4423 + Cat MB SA	600 ppm	4
LE4423 + CatMB SB	600 ppm	4
LE4423 + Cat MB SA	200 ppm	4
LE4423 + Cat MB SB	200 ppm	4

- 5 A partir de la tabla 2 se puede observar que la adición del pasivante de cobre Irgamet 39 reducirá la decoloración del conductor de cobre después del tratamiento en baño de agua caliente. La misma calificación para la decoloración del cobre se obtuvo tanto para 200 ppm como para 600 ppm de concentración total de Irgamet 39 en el aislamiento. La adición de Irgamet 39 a un sistema catalizado por estaño funciona muy bien en términos de reducción de la decoloración del cobre. Esto se debe a una interacción menor o nula entre el pasivante de cobre y el catalizador de la reacción de condensación de estaño. Además, se observa que el Irgamet 39 mantiene sus propiedades de pasivación de cobre incluso después de la adición a un catalizador de la reacción de condensación de ácido fuerte, tal como el ácido sulfónico, que interactuará con el pasivante de cobre alcalino.

Tabla 3. Resultados de alargamiento en caliente con 600 ppm de Irgamet 39.

Alargamiento en caliente	LE4423 + CatMB SA	LE4423 + CatMB SB	LE4423 + CatMB SA con 600 ppm de Irgamet 39	LE4423 + CatMB SB con 600 ppm de Irgamet 39
24 h, baño de agua a 90 °C	57 %	21 %	50 %	22 % (2 min) rotura rápida
7 días, ambiente	51 %	74 %	Rotura de tensión	157 %
14 días, ambiente	55 %	61 %	Rotura de tensión	73 % (2 min) Rotura rápida

- 15 En la tabla 3 se puede observar que la adición de 600 ppm de Irgamet 39 a la concentración actual de catalizador de la reacción de condensación no puede dar suficientes reacciones de reticulación en las condiciones ambientales. Al reducir la concentración de Irgamet 39 a 200 ppm, se consigue una reticulación satisfactoria en condiciones ambientales, tal como se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Resultados de alargamiento en caliente en cables.

Alargamiento en caliente	LE4423 + CatMB SA	LE4423 + CatMB SB	LE4423 + CatMB SA con 200 ppm de Irgamet 39	LE4423 + CatMB SB con 200 ppm de Irgamet 39
24 h, Baño de agua a 90 °C	57 %	21 %	31 %	38 %
7 días, ambiente	51 %	74 %	Rotura rápida	52 % (2 minutos) Rotura rápida
14 días, ambiente	55 %	61 %	Rotura rápida	63 %
Contenido de geles después de 24 h, baño de agua a 90 °C	72 %		70 %	77 %
Contenido de gel después de 4 semanas, ambiente	70 %		60 %	69 %

- 25 Para concluir sobre la reticulación ambiental añadiendo 200 ppm de Irgamet 39 a un catalizador de la reacción de condensación basado en ácido sulfónico, se presentan también en la tabla 4 mediciones de contenido de geles. Los resultados muestran claramente que se alcanzan niveles de reticulación suficientes tanto después del tratamiento en baño de agua caliente como en condiciones ambientales.

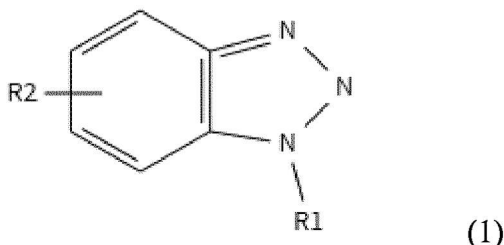
Los gránulos de Cat MB SA con 4.000 ppm de Irgamet 39 se sellaron en una bolsa de aluminio y se almacenaron en el horno a 50 °C durante 7 días. Resulta evidente que el Irgamet 39 no ha estado migrando a las superficies de los gránulos, ya que los gránulos fluyen libremente (sin superficie pegajosa).

- 5 Esto permite una mezcla adecuada de gránulos de la resina base y los gránulos de mezcla maestra de catalizador de la reacción de condensación antes de la extrusión del cable.

REIVINDICACIONES

1. Cable que comprende un conductor de cobre y una capa polimérica adyacente al conductor de cobre, en el que la capa polimérica comprende una composición polimérica que comprende un polímero de etileno, que comprende un comonómero con unidades que contienen grupos silano que son hidrolizables, y un compuesto de benzotriazol.

2. Cable, según la reivindicación 1, en el que el benzotriazol es un compuesto de fórmula (1)



en la que R1 es un átomo de hidrógeno, o un grupo alquilo que comprende, como mínimo, 6 átomos de carbono, de manera adecuada, como mínimo, 12 átomos de carbono, y R2 es un átomo de hidrógeno o un grupo alquilo, de manera adecuada, un grupo metilo.

3. Cable, según la reivindicación 2, **en el que en** el compuesto de benzotriazol de fórmula (1) R1 comprende, como mínimo, un grupo amina.

4. Cable, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el compuesto de benzotriazol de fórmula (1) es una mezcla de 2 isómeros: N,N-bis(2-etilhexil)-4-metil-1H-benzotriazol-1-metilamina (No. CAS: 80584-90-3) y N,N-bis(2-etilhexil)-5-metil-1H-benzotriazol-1-metilamina (No. CAS: 80595-74-0).

5. Cable, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 anteriores, en el que el compuesto de benzotriazol de fórmula (1) está presente en la composición polimérica en una cantidad de 50 ppm a 500 ppm.

6. Cable, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que el polímero de etileno se fabrica en un procedimiento de polimerización por radicales a alta presión.

7. Cable, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la capa polimérica es una capa de aislamiento que comprende la composición polimérica en la que la composición polimérica se reticula mediante una reacción de condensación del polímero de etileno con un comonómero con unidades que contienen grupos silano.

8. Cable, según la reivindicación 7, en el que la reacción de condensación se lleva a cabo utilizando un catalizador de la reacción de condensación que es ácido, de manera adecuada, un ácido sulfónico aromático.

9. Cable, según la reivindicación 7 u 8, en el que el alargamiento en caliente de la composición polimérica reticulada en la capa de aislamiento es inferior al 175 % después de 7 días en condiciones ambientales, HR50.

10. Cable, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9 anteriores, en el que la capa de aislamiento está cubierta con una capa de cubierta.

11. Cable, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10 anteriores, en el que el cable es un cable de alimentación y, de manera adecuada, un cable de alimentación de bajo voltaje.

12. Procedimiento para pasivar un conductor de cobre de un cable mediante migración, en el que el procedimiento comprende las etapas de
- producir una capa de cable, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 11 anteriores.

REFERENCIAS CITADAS EN LA DESCRIPCIÓN

5 *Esta lista de referencias citada por el solicitante es únicamente para mayor comodidad del lector. No forman parte del documento de la Patente Europea. Incluso teniendo en cuenta que la compilación de las referencias se ha efectuado con gran cuidado, los errores u omisiones no pueden descartarse; la EPO se exime de toda responsabilidad al respecto.*

Documentos de patentes citados en la descripción

- US 6262151 B
- WO 2014177153 A1
- JP S4910943 A
- CN 102969948 A
- EP 1309632 B1
- EP 736065 A
- EP 1309631 A
- EP 1309632 A
- EP 2562768 A

10

Literatura no patente citada en la descripción

- Encyclopedia of Polymer Science and Engineering. 1986, vol. 6, 383-410
- Polyethylene: High-pressure. **R.KLIMESCH; D.LITTMANN ; F.-O. MÄHLING.** Encyclopedia of Materials: Science and Technology. Elsevier Science Ltd, 2001, 7181-7184
- *CHEMICAL ABSTRACTS*, 128-37-0
- **J. RANDALL.** *Macromol. Sci., Rev. Macromol. Chem. Phys.*, 1989, vol. C29, 201