

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 713 195**

51 Int. Cl.:

C08L 23/08 (2006.01)

C08L 23/10 (2006.01)

C08L 23/16 (2006.01)

H01B 3/20 (2006.01)

H01B 3/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **17.12.2014 PCT/IB2014/067031**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.06.2016 WO16097819**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **17.12.2014 E 14824542 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **28.11.2018 EP 3234013**

54 Título: **Cable de alimentación que tiene una capa semiconductor desprendible en frío**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
20.05.2019

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

72 Inventor/es:
CAIMI, LUIGI;
CRISCI, VINCENZO y
BAREGGI, ALBERTO

74 Agente/Representante:
CARPINTERO LÓPEZ, Mario

ES 2 713 195 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Cable de alimentación que tiene una capa semiconductor desprendible en frío

Antecedentes de la invención

5 La presente invención se refiere a un cable de alimentación que tiene una capa semiconductor desprendible en frío. Más particularmente, la presente invención se refiere a un cable de alimentación que tiene una capa de aislamiento termoplástica en contacto con una capa exterior semiconductor desprendible.

10 Los cables para el transporte de energía eléctrica en general incluyen al menos un núcleo de cable. El núcleo de cable está normalmente formado por al menos un conductor cubierto secuencialmente por una capa polimérica interior que tiene propiedades semiconductoras, una capa polimérica intermedia que tiene propiedades de aislamiento eléctrico, una capa polimérica exterior que tiene propiedades semiconductoras. Los cables para el transporte de energía eléctrica de media y alta tensión incluyen al menos un núcleo de cable rodeado por al menos una capa de protección, típicamente hecha de metal o de un material de metal y polimérico. La capa de protección puede estar hecha en forma de hilos (trenzas), de una cinta enrollada helicoidalmente alrededor del núcleo o de una lámina envuelta longitudinalmente alrededor del núcleo de cable.

15 Las capas poliméricas que rodean al (a los) conductor(es) están hechas comúnmente a partir de un polímero reticulado basado en poliolefina, en particular polietileno reticulado (XLPE), o etileno/propileno elastomérico (EPR) o copolímeros de etileno/propileno/dieno (EPDM), también reticulados, tal y como se divulgan, por ejemplo, en el documento WO 98/52197. La etapa de reticulación, llevada a cabo después de la extrusión del material polimérico sobre el conductor proporciona al material propiedades mecánicas y eléctricas satisfactorias incluso bajo altas temperaturas tanto durante su uso continuo como con una sobrecarga de corriente.

20 Por varias razones, que incluyen abordar los requisitos para los materiales que no deberían ser dañinos para el entorno tanto durante la producción como durante su uso, y que deberían poderse reciclar al final de la vida del cable, los cables de alimentación han sido desarrollados recientemente teniendo un núcleo de cable hecho de materiales termoplásticos, por ejemplo, materiales poliméricos que no están reticulados y por tanto que se pueden reciclar al final de la vida del cable.

25 A este respecto, cables eléctricos que comprenden al menos una capa de revestimiento, por ejemplo la capa de aislamiento, basados en una matriz de polipropileno íntimamente mezclada con un fluido dieléctrico son conocidos y divulgados en los documentos WO 02/03398, WO 02/27731, WO 04/066317, WO 04/066318, WO 07/048422, WO 2011/092533 y WO 08/058572. La matriz de polipropileno utilizada para este tipo de cable comprende un homopolímero o copolímero de polipropileno o ambos, caracterizado por una cristalinidad relativamente baja de manera que proporciona al cable la flexibilidad adecuada, pero sin perjudicar las propiedades mecánicas y la resistencia de termopresión a las temperaturas operativas y de sobrecarga del cable. El rendimiento del revestimiento del cable, especialmente de la capa de aislamiento del cable, es también afectado por la presencia del fluido dieléctrico mezclado íntimamente con dicha matriz de polipropileno. El fluido dieléctrico no debería afectar a las propiedades mecánicas mencionadas anteriormente y a la resistencia de termopresión y debería ser tal que se mezcle íntimamente y homogéneamente con la matriz polimérica.

35 Además, para algunas aplicaciones, se requiere proporcionar cables de alimentación en el intervalo de media y alta tensión que tienen una capa semiconductor desprendible en frío, es decir, una capa semiconductor exterior que se puede retirar durante la instalación del cable unir sin aplicar calor (el procedimiento de calentamiento requiere la presencia de un aparato adicional in situ y puede provocar daños al cable) y sin vulnerar la integridad de la capa subyacente o dejar residuos sobre la misma.

40 La capacidad de ser desprendible en frío no debería ser perjudicial para la adhesión entre la capa semiconductor a y la capa de aislamiento, dado que una unión próxima y estable entre esas capas durante la vida útil del cable previene una delaminación parcial de las capas con la posible formación de micro-huecos, lo cual podría provocar la aparición de fenómenos de descarga parciales.

45 El documento US 2006/0182961 (Dow Chemical) se refiere a una composición de cable de alimentación semiconductor que comprende una mezcla de (a) un polímero de alta temperatura y un polímero blando, y (b) un agente de carga conductor en donde una capa de cable semiconductor preparada a partir de la composición desprendible se adhiere a una segunda capa de cable. Polímeros de alta temperatura adecuados incluyen polipropilenos. El polímero de alta temperatura está preferiblemente en la composición en una cantidad menor de un 50 de porcentaje en peso. Polímeros blandos adecuados incluyen polietileno si polipropileno. Los polietilenos incluyen un copolímero de etileno y un éster insaturado tal como viniléster (por ejemplo, acetato de vinilo). Polipropilenos adecuados incluyen copolímeros de propileno y otras olefinas. Puede estar presente un agente de curado en la composición semiconductor. El material base de polímero semiconductor no contiene un fluido dieléctrico.

55 El documento WO 2013/120582 enseña que el concepto común para hacer una capa semiconductor a desprendible es aumentar la polaridad de la capa semiconductor. Este documento se refiere a una capa de

protección semiconductor a de un hilo o cable que comprende: (A) un copolímero de etileno que comprende unidades de comonomero polares; (B) un copolímero de olefina; y (C) un agente de carga conductor; en donde el homo o copolímero (B) de olefina tiene un grado de cristalinidad por debajo de un 20 %. El copolímero (B) de olefina puede ser un copolímero de etileno y propileno. El copolímero (B) está preferiblemente presente en la composición en una cantidad de entre un 5 y un 25 % basándose en el peso total de la composición de polímero. Los comonomeros polares son seleccionados del grupo que consiste en ácidos acrílicos, ácidos metacrílicos, acrilatos, metacrilatos, y vinilésteres. La cantidad de copolímero de etileno que comprende unidades de comonomero polar es de un 30 a un 75 % en peso de la composición de polímero total. El material base de polímero semiconductor no contiene un fluido dieléctrico.

10 **Sumario de la invención**

El solicitante ha afrontado el problema de proporcionar cables de alimentación en el intervalo de media y alta tensión que tengan una capa eléctricamente aislante, un revestimiento termoplástico, basado en un polímero o copolímero de propileno, o mezclas de los mismos, mezclado íntimamente con un fluido dieléctrico, y una capa semiconductor desprendible en frío. Más específicamente, el problema técnico afrontado por el solicitante es el de proporcionar una capa semiconductor a desprendible en frío que tenga una adhesión con la capa de aislamiento termoplástica subyacente que se puede ajustar para obtener un equilibrio adecuado entre la desprendibilidad en una temperatura que varía desde aproximadamente 0 °C a aproximadamente 40 °C, sin aplicar calor, y una adhesión estable con la capa de aislamiento durante la vida útil del cable.

El equilibrio anterior de propiedades debería tomar en cuenta la presencia del fluido dieléctrico que puede provenir de la capa de aislamiento. La presencia de fluido mezclado íntimamente en la capa de aislamiento puede afectar a la adhesión entre la capa semiconductor y la capa de aislamiento.

Para limitar la migración de fluido dieléctrico desde la capa de aislamiento, algo del mismo fluido o un fluido dieléctrico similar se puede también mezclar con la composición de la capa semiconductor. La adición del fluido dieléctrico al material polimérico que forma la capa semiconductor también ejerce un efecto plastificante, que debería considerarse cuidadosamente debido a que puede influir negativamente a la integración del agente de carga semiconductor, normalmente negro de humo conductor, con la matriz de polímero, por lo tanto provocando una dispersión no uniforme del propio agente de carga.

El solicitante ha encontrado que el problema técnico anterior y otros se pueden resolver proporcionando un cable de alimentación, que tenga una capa de aislamiento hecha a partir de un material termoplástico mezclado con un fluido dieléctrico, y una capa semiconductor exterior, que comprende un agente de carga conductor y un fluido dieléctrico, hecho de una mezcla de polímero basándose en un polímero polar como el componente principal, y como componente secundario, un copolímero de propileno que tiene una cristalinidad como se define por la entalpía de fusión del mismo.

Por lo tanto, de acuerdo con un primer aspecto, la presente invención se refiere a un cable de alimentación que comprende, desde el interior al exterior, un conductor eléctrico, una capa semiconductor interior, una capa eléctricamente aislante hecha a partir de un material termoplástico mezclado con un fluido dieléctrico, y una capa semiconductor exterior, en donde la capa semiconductor exterior comprende:

(i) de un 55 % en peso a un 90 % en peso de un copolímero de etileno con al menos un comonomero de éster que tiene una insaturación etilénica;

(ii) de un 10 % en peso a un 45 por ciento en peso de un copolímero de propileno con al menos un comonomero de olefina seleccionado de etileno y una α -olefina distinta del propileno, dicho copolímero que tiene un punto de fusión de 145 °C a 170 °C y una entalpía de fusión de 40 J/g a 80 J/g;

(iii) al menos un agente de carga conductor;

(iv) al menos un fluido dieléctrico;

las cantidades de (i) y (ii) que son expresadas con respecto al peso total de los componentes poliméricos de la capa.

Para el propósito de la presente descripción y de las reivindicaciones siguientes, excepto donde se indique de otro modo, todos los números que expresan cantidades, cuantías, porcentajes etcétera, se ha de entender que se modifican en todos los casos por el término "aproximadamente". Además, todos los intervalos incluyen cualquier combinación de los puntos máximo y mínimo divulgados e incluyen cualquier intervalo intermedio en los mismos, que puede o puede que no se enumere específicamente en el presente documento.

En la presente descripción y en las reivindicaciones subsecuentes, como "conductor" se entiende un elemento eléctricamente conductor normalmente hecho de un material metálico, preferiblemente de aluminio, cobre o aleaciones de los mismos, o compuestos de aluminio/cobre, o bien como una varilla o como hilos múltiples trenzados.

Para los propósitos de la invención el término “media tensión” generalmente significa una presión de entre 1 kV y 35 kV, mientras que “alta tensión” significa tensiones mayores de 35 kV.

5 Como “capa eléctricamente aislante” se entiende una capa de recubrimiento hecha de un material que tiene propiedades de aislamiento, en particular que tiene una rigidez dieléctrica (resistencia a la ruptura dieléctrica) de al menos 5 kV/mm, preferiblemente mayor de 10 kV/mm.

Como “capa semiconductor” se entiende una capa de recubrimiento hecha de un material que tiene un valor de resistividad volumétrica a temperatura ambiente menor de 500 $\Omega \cdot m$, preferiblemente menor de 20 $\Omega \cdot m$; típicamente una capa semiconductor está hecha de una matriz polimérica a la que se añade, por ejemplo, negro de humo conductor.

10 Como “punto de fusión” del copolímero de propileno (ii) se entiende la temperatura más alta atribuible a secuencias de propileno, determinada por calorimetría diferencial de barrido (CDB).

Como “punto de fusión” del copolímero de propileno (ii) se entiende la energía térmica (expresada en J/g) requerida para fundir (romper) la red cristalina. Se calcula a partir de curvas de CDB integrando el área definida por el pico de fusión y la línea base antes y después del pico de fusión.

15 Como “cristalinidad” se entiende la cantidad de fase cristalina o región en un polímero con respecto al contenido amorfo. La cristalinidad de polímero es determinada por el análisis de CDB cuantificando el calor asociado con la fusión del polímero. Este calor es reportado como un porcentaje de cristalinidad normalizando la entalpía de fusión observada a la de una muestra 100 % cristalina del mismo polímero, tal y como se divulga, por ejemplo, en la publicación de TA Instruments “*Thermal Analysis Application Brief - Determination of Polymer Crystallinity by CDB – Number TA-123*” (disponible en la web http://www.tainstruments.co.jp/application/pdf/Thermal_Library/Applications_Briefs/TA123.PDF).

20

En lo que se refiere al copolímero de etileno (i) que es un polímero polar, se selecciona preferiblemente de copolímeros de etileno con al menos un comonómero de éster seleccionado de: C_1-C_8 (preferiblemente C_1-C_4) acrilatos de alquilo, C_1-C_8 (preferiblemente C_1-C_4) metacrilatos de alquilo, y C_2-C_8 (preferiblemente C_2-C_5) carboxilatos de vinilo. El comonómero de éster puede estar presente en el copolímero (i) en una cantidad de un 10 % en peso a un 50 % en peso, preferiblemente de un 15 % en peso a un 40 % en peso. Ejemplos de C_1-C_8 acrilatos y metacrilatos de alquilo son: acrilato de etilo, acrilato de metilo, metacrilato de metilo, acrilato de tert-butilo, acrilato de n-butilo, metacrilato de n-butilo, acrilato de 2 etilhexilo y similares. Ejemplos de C_2-C_8 carboxilatos de vinilo son: acetato de vinilo, propionato de vinilo, butanoato de vinilo y similares. Particularmente preferidos como copolímeros de etileno (i) están: copolímeros de etileno y acetato de vinilo (EVA) y copolímeros de etileno y n-acrilato de butilo (EBA).

25

30

Preferiblemente, el copolímero de etileno (i) está presente en la capa semiconductor exterior en una cantidad de un 60 % en peso a un 80 % en peso.

35 Preferiblemente, el copolímero de etileno (i) tiene un índice de fluidez en estado fundido (MFR) de 0,5 a 10 g/min (190 °C, 2,16 kg de acuerdo con ASTM D1238 o ISO 1133).

Preferiblemente, el copolímero de propileno (ii) está presente en la capa semiconductor exterior en una cantidad de un 20 % en peso a un 40 % en peso.

El copolímero de propileno (ii) puede ser una mezcla de copolímeros de propileno.

Preferiblemente, el copolímero de propileno (ii) tiene un punto de fusión de 145 °C a 160 °C.

40 Ventajosamente, el copolímero de propileno (ii) tiene una entalpía de fusión de 50 a 70 J/g.

Ventajosamente, el copolímero de propileno (ii) contiene una cristalinidad (o fase cristalina) en una cantidad de un 80 % en peso a un 95 % en peso con respecto al peso del copolímero de propileno (ii).

Preferiblemente, el copolímero de propileno (ii) es seleccionado de copolímeros de propileno heterofásico, en particular de copolímeros en los cuales dominios elastoméricos, por ejemplo, de elastómero de etileno-propileno (EPR), son dispersados en una matriz de homopolímero o copolímero.

45

Debería señalarse que los valores anteriores del punto de fusión y de la entalpía de fusión son referidos al copolímero de propileno (ii) tanto cuando está hecho a partir de un único copolímero y también cuando está hecho de una mezcla de diferentes copolímeros de propileno. Los valores anteriores son determinados por un análisis por CDB (calorimetría diferencial de barrido) del único copolímero de propileno o de la mezcla de diferentes copolímeros de propileno, sin separar la contribución de cada polímero que forma la mezcla.

50

Más preferiblemente, el copolímero de propileno (ii) es una mezcla de:

(iia) un copolímero de propileno, preferiblemente un copolímero de propileno aleatorio, que tiene una entalpía de fusión de 50 a 90 J/g;

(iib) un copolímero de propileno heterofásico que tiene una entalpía de fusión de hasta 35 J/g y que comprende una fase elastomérica en una cantidad igual o mayor de un 30 % en peso con respecto al peso total del copolímero (iib).

5

Preferiblemente, la mezcla de (iia) y de (iib) contiene de un 35 a un 85 % en peso, más preferiblemente de un 40 a un 80 % en peso, del copolímero de propileno (iia), y de un 15 a un 65 % en peso, más preferiblemente de un 20 a un 60 % en peso, de un copolímero de propileno heterofásico (iib), los porcentajes que son expresados con respecto al peso total de (iia) y (iib).

10 La mezcla anterior de (iia) y (iib) es preferida dado que permite una modulación apropiada de las características del material polimérico que forma la capa semiconductor, de manera que se logra el equilibrio deseado de propiedades en términos de adhesión con la capa de aislamiento subyacente y una desprendibilidad en frío. Sin estar ligado a ninguna interpretación científica de la presente invención, se cree que el equilibrio de propiedades anterior es influido principalmente por la cristalinidad (cantidad de fase cristalina) presente en el copolímero de propileno (ii), que se puede controlar más fácilmente combinando dos copolímeros de propileno (iia) y (iib) diferentes como se describió anteriormente.

15

En lo que se refiere al agente de carga conductor (iii), es preferiblemente un agente de carga de negro de humo. Preferiblemente el agente de carga de negro de humo tiene un área superficial BET mayor de 20 m²/g, por ejemplo de entre 40 y 500 m²/g.

20 Preferiblemente, el agente de carga conductor (iii) está presente en una cantidad para obtener una capa semiconductor que tenga un valor de resistividad volumétrica, a temperatura ambiente, de menos de 500 Ω·m, preferiblemente de menos de 20 Ω·m. Típicamente, la cantidad de negro de humo varía de un 1 a un 50 % en peso, preferiblemente de un 3 a un 30 % en peso, con respecto al peso de la base de polímero.

25 En lo que se refiere al fluido dieléctrico (iv), es generalmente compatible con los materiales poliméricos que forman la capa semiconductor. "Compatible" significa que la composición química del fluido y del material de polímero es tal que resulta en una dispersión sustancialmente homogénea del fluido dieléctrico dentro del material de polímero tras la mezcla del fluido dentro del polímero, similarmente a un plastificante.

25

De forma ventajosa, la relación en peso entre el al menos un fluido dieléctrico (iv) y el peso total de los copolímeros (i) y (ii) puede ser de 1:99 a 25:75, preferiblemente de 2:98 a 15:85.

30 De acuerdo con un modo de realización preferente, el fluido dieléctrico tiene un punto de fusión o punto de fluidez de -130 °C a +80 °C. El punto de fusión puede determinarse por técnicas conocidas tales como, por ejemplo, un análisis de Calorimetría Diferencial de Barrido (CDB).

30

Se ha de señalar que el uso de un fluido dieléctrico con un punto de fusión relativamente bajo un punto de fluidez baja, de manera que el fluido dieléctrico es líquido a temperatura ambiente o se puede fundir mediante un calentamiento medio, por ejemplo a 80 °C, permite una fácil manipulación del fluido dieléctrico que se puede fundir sin necesidad de etapas de fabricación adicionales y complejas (por ejemplo, una etapa de fusión del fluido dieléctrico) y/o aparatos para mezclar el líquido con el material de polímero.

35

De acuerdo con un modo de realización preferente, el fluido dieléctrico tiene una viscosidad predeterminada con el fin de evitar una difusión rápida del líquido dentro de la capa de aislamiento y por tanto su migración hacia el exterior, así como para permitir al fluido dieléctrico ser suministrado y mezclado fácilmente dentro del material de polímero termoplástico. Generalmente, el fluido dieléctrico de la invención tiene una viscosidad, a 40 °C, de 5 cSt a 500 cSt, preferiblemente de 10 cSt a 100 cSt (medida de acuerdo con ASTM D445-03).

40

Por ejemplo, el fluido dieléctrico es seleccionado de aceites minerales, por ejemplo, aceites nafténicos, aceites aromáticos, aceites parafínicos, dichos aceites minerales que contienen opcionalmente al menos un heteroátomo seleccionado del oxígeno, nitrógeno o azufre; parafinas líquidas; aceites vegetales, por ejemplo, aceite de soja, aceite de lino, aceite de ricino, poliolefinas aromáticas oligoméricas; ceras parafínicas, por ejemplo, ceras de polietileno, ceras de polipropileno; aceites sintéticos, por ejemplo, aceites de silicona, alquilbencenos de alquilo (por ejemplo, dodecibenceno, di(octilbencil)tolueno), ésteres alifáticos (por ejemplo, tetraésteres de pentaeritrol, ésteres de ácido sebácico, ésteres ftálicos), oligómeros de olefina (por ejemplo, polibutenos o poliisobutenos opcionalmente hidrogenados o mezclas de los mismos). Aceites parafínicos y nafténicos son particularmente preferidos.

45

50

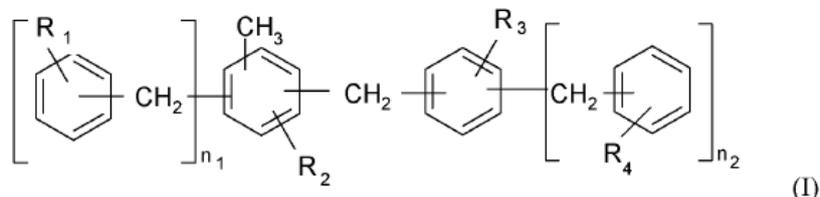
También podrían emplearse aceites poliaromáticos aunque su uso es cuestionable como potencialmente peligroso para la salud y el ambiente.

Aceites minerales como fluido dieléctrico pueden comprender compuesto(s) polar(es). La cantidad de compuesto(s) polar(es) ventajosamente es inferior a un 5 % en peso. Dicha cantidad baja de compuestos polares

55

que permite obtener bajas pérdidas dieléctricas. La cantidad de compuestos polares del fluido dieléctrico se puede determinar de acuerdo con ASTM D2007-02.

Alternativamente, el fluido dieléctrico puede comprender al menos un hidrocarburo alquilarílico que tiene la fórmula estructural (I):



5

en la que:

R_1 , R_2 , R_3 y R_4 , iguales o diferentes, son hidrógeno o metilo

n_1 , n_2 , iguales o diferentes, son cero, 1 o 2, con la condición de que la suma n_1+n_2 sea menor que o igual a 3.

10 Se describen fluidos dieléctricos adecuados, por ejemplo, en los documentos WO 02/03398, WO 02/27731, WO 04/066318 y WO 08/058572, todos a nombre del solicitante.

Preferiblemente, la capa eléctricamente aislante del cable de alimentación de acuerdo con la presente invención comprende un material termoplástico mezclado con un fluido dieléctrico, en donde el material termoplástico es seleccionado de:

15 - al menos un copolímero (a1) de propileno con al menos un comonomero de olefina seleccionado de etileno y una α -olefina diferente del propileno, dicho copolímero que tiene un punto de fusión mayor que o igual a 130 °C y una entalpía de fusión de 20 J/g a 90 J/g;

- una mezcla de al menos un copolímero (a1) con al menos un copolímero (a2) de etileno con al menos una α -olefina, dicho copolímero (a2) que tiene una entalpía de fusión de 0 J/g a 70 J/g;

20 - una mezcla de al menos un homopolímero de propileno con al menos un copolímero (a1) o un copolímero (a2);

al menos uno del copolímero (a1) y el copolímero (a2) que es un copolímero heterofásico.

Materiales adecuados para la capa eléctricamente aislante se describen, por ejemplo, en los documentos WO 02/03398, WO 04/066318, WO 07/048422, WO2011/092533 y WO2013/171550, todos a nombre del solicitante.

25 El fluido dieléctrico en la capa eléctricamente aislante se puede seleccionar de los productos descritos anteriormente para la capa semiconductor exterior.

30 En lo que se refiere a la capa semiconductor interior del cable de alimentación de acuerdo con la presente invención puede tener la misma composición que la capa semiconductor exterior como se describió anteriormente. Sin embargo, dado que para la capa semiconductor interior no se requiere una desprendibilidad en frío, se puede usar una composición similar o idéntica a la capa de aislamiento, por supuesto a la que se añade un agente de carga conductor para hacerla semiconductor tal y como se describió anteriormente.

La capa semiconductor exterior del cable de la invención puede además comprender aditivos tales como un adyuvante de procesamiento y un antioxidante seleccionados entre los conocidos para el experto.

Breve descripción de los dibujos

35 Características adicionales serán evidentes a partir de la descripción detallada dada a continuación con referencia a los dibujos adjuntos en los cuales:

La figura 1 es una vista en perspectiva de un cable de alimentación, particularmente adecuado para media o alta tensión, de acuerdo con la invención; y

40 La figura 2 muestra una variación de la entalpía de fusión y la temperatura de fusión de una mezcla de copolímeros (iia) y (iib) utilizados en los ejemplos, con respecto al porcentaje en peso de copolímero (iia) en la mezcla.

Descripción detallada de los modos de realización preferentes

En la figura 1, el cable (1) comprende un conductor (2), una capa (3) interior con propiedades semiconductoras, una capa (4) intermedia con propiedades aislantes, una capa (5) exterior con propiedades semiconductoras hecha de acuerdo con la presente invención, una capa (6) de protección metálica y una vaina (7).

5 El conductor (2) en general consiste en hilos metálicos, preferiblemente de cobre o de aluminio o aleaciones de los mismos, trenzados entre sí mediante procedimientos convencionales, o de una varilla de aluminio o cobre sólido. La capa (4) de aislamiento y las capas (3) y (5) semiconductoras tienen las composiciones como las descritas anteriormente.

10 Alrededor de la capa (5) semiconductora exterior, se sitúa normalmente una capa (6) de protección metálica, hecha de hilos o tiras eléctricamente conductoras enrolladas helicoidalmente alrededor del núcleo de cable o de una cinta eléctricamente conductora envuelta longitudinalmente y solapada (preferiblemente pegada) sobre la capa subyacente. El material eléctricamente conductor de dichos hilos, tiras o cintas es normalmente cobre o aluminio o aleaciones de los mismos.

La capa (6) de protección puede estar cubierta por una vaina (7), en general hecha de una poliolefina, normalmente polietileno.

15 El cable también puede estar provisto de una estructura protectora (no mostrada en la figura 1) cuyo propósito principal es proteger mecánicamente el cable contra impactos o compresiones. Esta estructura protectora puede ser, por ejemplo, un refuerzo metálico o una capa de polímero expandido tal y como se describió en el documento WO 98/52197 a nombre del solicitante.

20 El cable de acuerdo con la presente invención puede ser fabricado de acuerdo con procedimientos conocidos, por ejemplo, mediante extrusión de varias capas alrededor del conductor central. La extrusión de dos o más capas es llevada a cabo de forma ventajosa en una sola pasada, por ejemplo mediante el procedimiento en tándem, en el cual extrusiones individuales están dispuestas en serie, o mediante coextrusión con un cabezal de destrucción múltiple. La capa de protección es después aplicada alrededor del núcleo de cable producido de este modo. Finalmente, se aplica la vaina de acuerdo con la presente invención, normalmente mediante una etapa
25 adicional de extrusión.

Como para la capa semiconductora en particular, la etapa de extrusión es precedida por una etapa de mezclado llevada a cabo mediante el uso de una amasadora Buss o de una maquinaria de composición de doble husillo de acuerdo con la tecnología conocida para procesar materiales termo plásticos cargados con negro de humo.

30 La figura 1 muestra únicamente un modo de realización del cable de acuerdo con la invención. Se pueden realizar modificaciones adecuadas a este modo de realización de acuerdo con las necesidades técnicas específicas y los requisitos de aplicación sin alejarse del alcance de la invención.

Se proporcionan los siguientes ejemplos para ilustrar adicionalmente la invención.

Ejemplos 1-3.

35 Composiciones semiconductoras de acuerdo con la invención se produjeron mediante un mezclado continuo de los componentes de las cantidades tal y como se indica en la Tabla 1 utilizando una amasadora Buss.

40 Se produjeron seis muestras de cable con la composición de la capa semiconductoras exterior indicada en la Tabla 1. Las muestras consistieron en conductores trenzados con un tamaño de 185 mm² (Ejemplos 1, 4, 5, 6) o de 240 mm² (Ejemplos 3, 4), cubiertos con las siguientes capas extruidas: una capa semiconductora interior (versión pegada) que tiene un espesor de 0,5 mm; una capa de aislamiento que tiene un espesor de 4,3 mm, una capa semiconductora exterior que tiene un espesor de 0,6 mm.

La capa de aislamiento utilizada para todas las muestras se realizó de acuerdo con la siguiente fórmula (porcentajes en peso con respecto al peso total de la mezcla): 71 % en peso de PP heterofásico (el mismo de la Tabla 1); 23 % en peso de PP aleatorio (el mismo de la Tabla 1); 5,4 % en peso de fluido dieléctrico (el mismo de la Tabla 1); 0,6 % de un antioxidante.

45 Las muestras se produjeron extruyendo las tres capas con los tres extrusores de husillo individuales separados conectados a un cabezal transversal de extrusión triple, capaz de proporcionar una aplicación simultánea de las tres capas alrededor del conductor. Después de la extrusión de las tres capas termoplásticas, el cable fue enfriado mediante un enfriamiento a través de agua mantenida a temperatura ambiente y posteriormente recogida en un tambor para prueba.

50 Para cada muestra de cable, la fuerza de desprendimiento para la capa semiconductora exterior se midió de acuerdo con la norma UNI HD 605, S2 (2008), páginas 33-37, a diferentes temperaturas (0 °C, 25 °C y 40 °C). Los resultados se presentaron en la Tabla 1.

ES 2 713 195 T3

TABLA 1

EJEMPLO	1	2	3	4(*)	5(*)	6(*)
EVA	75	68	62	80	68	70
PP aleatorio	18.6	17	16	20	32	-
PP heterofásico	6.4	15	22	-	-	30
Negro de humo	24	24	24	24	24	24
Fluido dieléctrico	6	6	6	6	6	6
Otros aditivos	3.5	4	2.5	4	3	4
ΔH_m PP (J/g)	67	56	50	84	84	30
T_m PP (°C)	148	150	153	146	146	167
Fuerza de desprendimiento @ 0 °C (N/10mm)	28	n.d.	n.d.	12	pegado	n.d.
Fuerza de desprendimiento @ 25 °C (N/10mm)	16	18.7	22	6	pegado	pegado
Fuerza de desprendimiento @ 40 °C (N/10mm)	6	8.4	12	2	pegado	n.d.
(*) comparativo n.d. : no determinado						

Las cantidades en la tabla se expresan en porcentajes en peso con respecto al peso total de los materiales poliméricos (equivalente a phr).

5 EVA: copolímero de etileno/acetato de vinilo, que contiene un 28 % en peso de acetato de vinilo, que tiene una densidad = 0,951 g/cm³ – ISO 1183; Índice de Fusión (190 °C/ 2,16 kg) = 3 g/10 min - ISO 1133; punto de fusión (CDB) = 73 °C – ISO 3146; punto de reblandecimiento Vicat = 49 °C – ISO 306;

PP aleatorio: copolímero de propileno-etileno, que tiene: entalpía de fusión (ΔH_m) = 84 J/g; punto de fusión (T_m) = 146 °C, MFR (230 °C/ 2,16 kg) = 1,8 g/10 min - ISO 1133;

10 PP heterofásico: copolímero de propileno y etileno heterofásico, que tiene: entalpía de fusión (ΔH_m) = 30 J/g; punto de fusión (T_m) = 167 °C, MFR (230 °C/ 2,16 kg - ISO 1133) = 0,8 g/10 min.

Negro de humo conductor, que tiene: BET 65 m²/g; DBP 190 ml/100g;

Fluido dieléctrico: aceite nafténico, que tiene: 3 % en peso de átomos de carbono aromáticos, 41 % en peso de átomos de carbono nafténicos; 56 % en peso de átomos de carbono parafínicos, cero, 1 % en peso de compuestos polares;

15 Otros aditivos: antioxidantes, adyuvantes de procesamiento;

La figura 2 muestra la variación de la entalpía de fusión (ΔH_m PP) y temperatura de fusión (T_m PP) de la mezcla PP mediante la adición de cantidades crecientes de PP aleatorio (iia) al PP heterofásico (iib) utilizado en los ejemplos anteriores.

20 En lo que respecta a los Ejemplos 1-3, de acuerdo con la invención, se ha de señalar que la fuerza de adhesión de la capa semiconductor exterior está dentro del intervalo de 5 a 30 N/10 mm a todas las temperaturas de prueba (desde 0 °C a 40 °C), que se considera comúnmente que cumple con los requisitos de norma de cable (como aquellos mencionados de la norma UNI HD 605, S2 mencionada anteriormente) para una capa semiconductor desprendible en frío.

25 A la inversa, los Ejemplos 4 y 5, en los que la entalpía de fusión del copolímero de polietileno es mayor que el intervalo reivindicado, no son aceptables en términos de desprendibilidad en frío: por un lado el Ejemplo 4 tiene una fuerza de desprendimiento que es demasiado baja, mostrando una adhesión escasa a la capa de aislamiento especialmente a 40 °C, mientras que por otro lado, el Ejemplo 5 no se desprendió en frío, estando pegado firmemente a la capa de aislamiento.

30 En cuanto al Ejemplo 6 comparativo, donde la entalpía de fusión del copolímero de propileno es inferior al intervalo reivindicado, no es aceptable ya que la capa semiconductor exterior está unida firmemente a la capa de aislamiento a temperatura ambiente.

El comportamiento de la capa semiconductor exterior de los cables de muestra depende no sólo de la entalpía de fusión del copolímero de propileno (ii) sino también de la cantidad de copolímero de etileno (i).

REIVINDICACIONES

1. Un cable de alimentación que comprende, desde el interior al exterior, un conductor eléctrico, una capa semiconductor interior, una capa eléctricamente aislante hecha de un material termoplástico en una mezcla con un fluido dieléctrico y una capa semiconductor exterior, en el que la capa semiconductor exterior comprende:

5 (i) de un 55 % en peso a un 90 % en peso de al menos un copolímero de etileno con al menos un comonomero de éster que tiene una insaturación etilénica;

(ii) de un 10 % en peso a un 45 % en peso de un copolímero de propileno con al menos un comonomero de olefina seleccionado de etileno y una α -olefina distinta del propileno, teniendo dicho copolímero un punto de fusión de 145 °C a 170 °C y una entalpía de fusión de 40 J/g a 80 J/g;

10 (iii) al menos un agente de carga conductor;

(iv) al menos un fluido dieléctrico;

estando las cantidades de (i) y (ii) expresadas con respecto al peso total de los componentes poliméricos de la capa.

15 2. Cable de alimentación de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el copolímero de etileno (i) es seleccionado de copolímeros de etileno con al menos un comonomero de éster seleccionado de: C₁-C₈ acrilatos de alquilo, C₁-C₈ metacrilatos de alquilo, y C₂-C₈ carboxilatos de vinilo.

3. Cable de alimentación de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el comonomero de éster está presente en el copolímero (i) en una cantidad de un 10 % en peso a un 50 % en peso.

20 4. Cable de alimentación de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el copolímero de etileno (i) es seleccionado de: copolímeros de etileno y acetato de vinilo, y copolímeros de etileno y n-butilo.

5. Cable de alimentación de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el copolímero de etileno (i) está presente en una cantidad de un 60 % en peso a un 80 % en peso.

25 6. Cable de alimentación de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el copolímero de etileno (i) tiene un índice de fluidez en estado fundido (MFR) de 0,5 a 10 g/10 min (190 °C, 2,16 kg de acuerdo con ASTM D1238 o ISO 1133).

7. Cable de alimentación de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el copolímero de propileno (ii) está presente en la capa semiconductor exterior en una cantidad de un 20 % en peso a un 40 % en peso.

8. Cable de alimentación de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el copolímero de propileno (ii) tiene un punto de fusión de 145 °C a 160 °C.

30 9. Cable de alimentación de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el copolímero de propileno (ii) tiene una entalpía de fusión de 50 a 70 J/g.

10. Cable de alimentación de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el copolímero de propileno (ii) contiene una fase cristalina en una cantidad de un 80 % en peso a un 95 % en peso con respecto al peso del copolímero de propileno (ii).

35 11. Cable de alimentación de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el copolímero de propileno (ii) es una mezcla de:

(iia) un copolímero de propileno que tiene una entalpía de fusión de 50 a 90 J/g;

40 (iib) un copolímero de propileno heterofásico que tiene una entalpía de fusión de hasta 35 J/g y que comprende una fase elastomérica en una cantidad igual o mayor a un 30 % en peso con respecto al peso total del copolímero (iib).

12. Cable de alimentación de acuerdo con la reivindicación 11, en el que el copolímero de propileno (iia) es un copolímero de propileno aleatorio.

45 13. Cable de alimentación de acuerdo con la reivindicación 11, en el que la mezcla de (iia) y (iib) contiene de un 35 a un 85 % en peso del copolímero de propileno (iia) y de un 15 a un 65 % en peso, del copolímero de propileno (iib) heterofásico, estando los porcentajes expresados con respecto al peso total de (iia) y (iib).

14. Cable de alimentación de acuerdo con la reivindicación 11, en el que la mezcla de (iia) y (iib) contiene de un 40 a un 80 % en peso de copolímero de propileno (iia) y de un 20 a un 60 % en peso de copolímero de propileno (iib) heterofásico, estando los porcentajes expresados con respecto al peso total de (iia) y (iib).

15. Cable de alimentación de acuerdo con la reivindicación 1, en el que la relación en peso entre el al menos un fluido (iv) dieléctrico y el peso total de los copolímeros (i) y (ii) puede ser de 2:98 a 15:85.

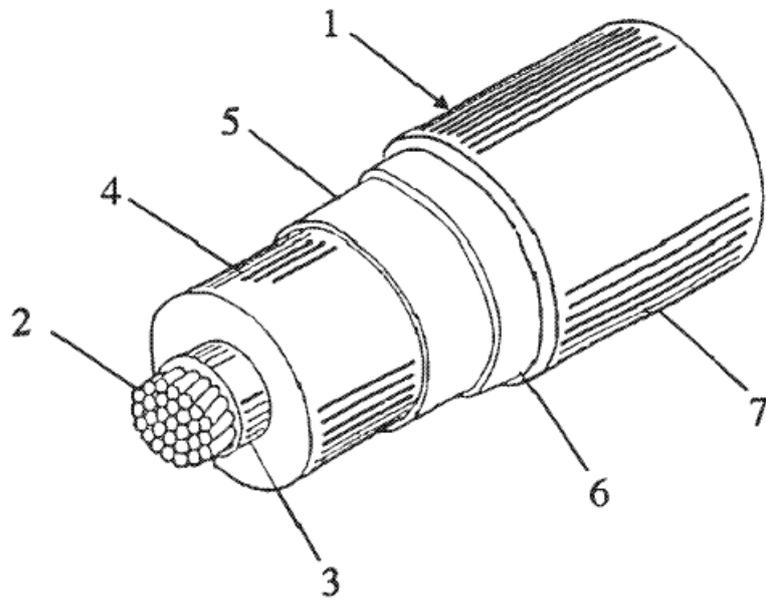


Fig. 1

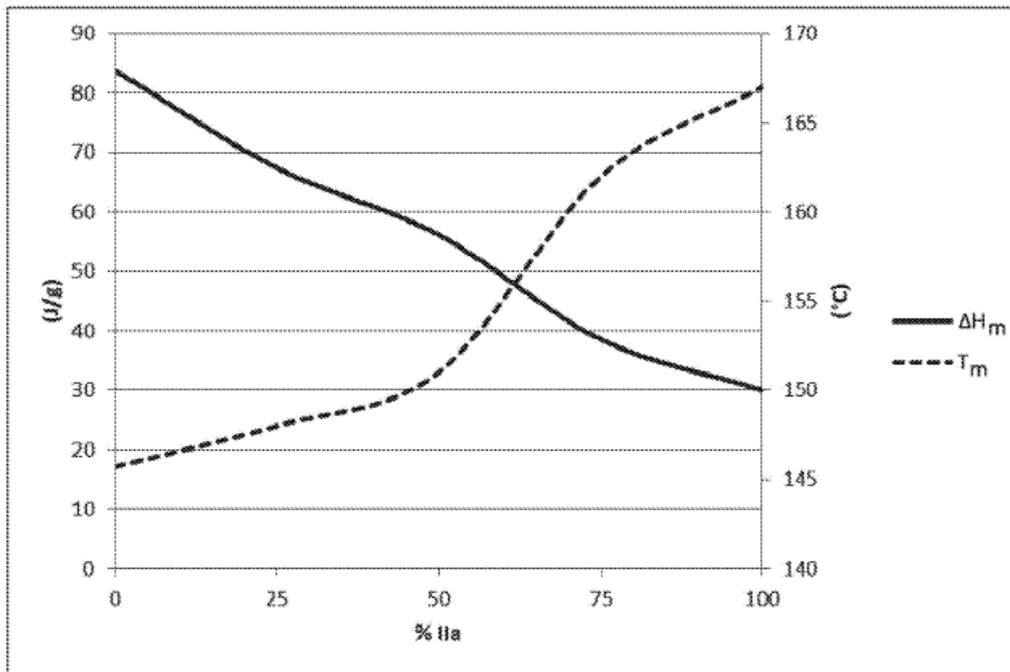


Fig. 2