



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 359 278**

51 Int. Cl.:
C08L 23/00 (2006.01)
C08K 3/04 (2006.01)
H01B 1/24 (2006.01)
H01B 3/44 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08009637 .3**
96 Fecha de presentación : **27.05.2008**
97 Número de publicación de la solicitud: **2128194**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **02.12.2009**

54 Título: **Composición semiconductor desprendible que comprende una poliolefina con baja temperatura de fusión.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
20.05.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
20.05.2011

73 Titular/es: **BOREALIS AG.**
Izd Tower Wagramerstrasse, 17-19
1220 Vienna, AT

72 Inventor/es: **Torgersen, Ulf;**
Fagrell, Ola;
Jäger, Karl-Michael;
Marsden, Eric y
Kung, Dominic

74 Agente: **Durán Moya, Luis Alfonso**

ES 2 359 278 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

5 La presente invención se refiere a una composición de polímero semiconductor con características de desprendimiento controlables fácilmente, especialmente para un cable de potencia eléctrica. La presente invención se refiere además a la utilización de dicha composición de polímero semiconductor y a un cable de potencia eléctrica que comprende por lo menos una capa que comprende dicha composición de polímero semiconductor.

Los cables de potencia eléctrica para tensiones comprendidas desde medias hasta elevadas, comprenden normalmente uno o más conductores metálicos rodeados por un material aislante como un material de polímero, tal como un polímero de etileno.

10 En los cables de potencia, el conductor eléctrico está recubierto habitualmente primero con una capa semiconductor interior, seguida por una capa aislante, a continuación por una capa semiconductor exterior, seguida por capas opcionales tales como capas de barrera de agua y, en el exterior, opcionalmente una capa de revestimiento. Las capas del cable están basadas normalmente en diferentes tipos de polímeros de etileno.

15 La capa aislante y las capas semiconductoras consisten normalmente en homopolímeros y/o copolímeros de etileno que están preferentemente reticulados. El LDPE ("low density polyethylene" ("polietileno de baja densidad", es decir polietileno preparado mediante polimerización de radicales a alta presión) reticulado añadiendo peróxido, por ejemplo peróxido de dicumilo, en relación con la extrusión del cable, se ha convertido recientemente en el material predominante para aislamiento de cables. La capa semiconductor interior comprende normalmente un copolímero de etileno, tal como un copolímero de etileno-acetato de vinilo (EVA "ethylene-vinyl acetate"), copolímero de metilacrilato de etileno (EMA, "ethylene methylacrylate copolymer"), copolímeros de etilacrilato de etileno (EEA, "ethylene ethylacrylate copolymers"), y copolímero de butilacrilato de etileno (EBA, "ethylene butylacrylate copolymer"). La composición de la capa semiconductor exterior difiere en función de si tiene o no que ser desprendible.

20 Un concepto común para fabricar una capa semiconductor desprendible respecto a una capa de aislamiento habitualmente no polar, es incrementar la polaridad de la capa semiconductor. Por ejemplo, esto se lleva a cabo mediante la adición de caucho de acrilonitrilo-butadieno (NBR, "acrylonitrile-butadiene rubber") muy polar, a la composición semiconductor la cual comprende además, por ejemplo, un copolímero de etileno, tal como un copolímero de etileno-acetato de vinilo (EVA, "ethylene-vinyl acetate copolymer") y negro de carbón suficiente para hacer semiconductor la composición.

25 Como ejemplo de una composición desprendible, puede mencionarse el documento EP-B1-0.420.271, que da a conocer una composición de apantallamiento para aislamiento para cables eléctricos la cual, en función del peso total de la composición, consiste fundamentalmente en (A) un 40 a un 64% en peso de un copolímero de acetato de etileno-vinilo con un 27 a un 45% de acetato de vinilo, (B) un 5 a un 30% en peso de un copolímero de acrilonitrilo-butadieno con un 25 a un 55% de acrilonitrilo, (C) un 25 a un 45% en peso de negro de carbón con un área superficial de 30 a 60 m²/g, y (D) un 0,2 a un 5% en peso de un agente de reticulado de peróxido orgánico. Además, la composición puede incluir un 0,05 a un 3% en peso de aditivos convencionales.

30 Como otro ejemplo de las composiciones semiconductoras desprendibles de la técnica anterior para cables eléctricos, de la técnica anterior, puede mencionarse el documento US-A-4.286.023, que da a conocer una composición de copolímero para cables eléctricos que comprende (A) un copolímero de etileno seleccionado entre el grupo que consiste en copolímeros de etileno-acrilato de alquilo que contiene aproximadamente de 15 a 45% en peso de acrilato de alquilo, estando seleccionado dicho acrilato de alquilo entre el grupo que consiste en ésteres de alquilo C₁-C₈ de ácido (met)acrílico, tal como acrilato de metilo, acrilato de etilo, metacrilato de metilo, acrilato de butilo, acrilato de 2-etil-hexilo y similares, y copolímeros de etileno-acetato de vinilo que contienen aproximadamente de 15 a 45% en peso de acetato de vinilo, (B) un copolímero de butadieno-acrilonitrilo (caucho de nitrilo) que contiene aproximadamente de 10 a 50% en peso de acrilonitrilo, (C) negro de carbón conductor, y (D) un agente de reticulado de peróxido, en el que la relación de peso es de A:B = 1:9 a 9:1, C:(A + B) = 0,1 a 1,5, y D está presente en una cantidad de 0,2 a 5% en peso de la composición total.

Aunque las composiciones de la técnica anterior para capas semiconductoras en cables eléctricos son satisfactorias para muchas aplicaciones, existe siempre el deseo de mejorar sus características y eliminar o reducir las desventajas que puedan tener.

35 Además, el documento WO 99/20690 da a conocer una composición semiconductor interior para cables eléctricos la cual, en función del peso total de la composición, comprende

- (a) de 30 a 90% en peso de un copolímero de etileno,
- (b) negro de carbón para hacer que la composición sea semiconductor,
- (c) de 0 a 8% en peso de un agente de reticulado de peróxido,
- (d) de 0 a 8% en peso de aditivos convencionales,

5 en la que el copolímero (a) es un copolímero de (met)acrilato de metilo-etileno. Se ha informado de que la utilización de EMA mejora la termoestabilidad del copolímero polar y la composición que lo contiene. Por lo tanto, la composición puede ser calentada a temperaturas superiores, por ejemplo durante la mezcla y el reticulado en otras composiciones conocidas. Por consiguiente, es posible una productividad mayor durante la mezcla y una mayor velocidad de la línea durante la fabricación del cable.

El objetivo de la presente invención es dar a conocer una nueva composición de poliolefina semiconductora, adecuada para una capa semiconductora de un cable de potencia, la cual es desprendible y permite un ajuste sencillo de sus características de desprendimiento según las necesidades concretas.

10 Además, es otro objetivo de la presente invención dar a conocer una composición de copolímero semiconductor desprendible, que sea fácilmente procesable, que tenga estabilidad termo-oxidante suficiente, consistencia de la mezcla y que tenga propiedades de manipulación mejoradas.

Los objetivos anteriores se consiguen mediante la presente invención, proporcionando una composición de polímero semiconductor que comprende:

- 15 (A) un copolímero de etileno que comprende unidades polares de co-monómero, en el que la cantidad de unidades polares de co-monómero en el copolímero de etileno es de 10% o más en peso, en base al peso total del copolímero de etileno,
- (B) un copolímero de olefina que comprende unidades de monómero de propileno y unidades de monómero de una alfa-olefina que comprende por lo menos 4 átomos de carbono, en el que el copolímero de olefina tiene un punto de fusión de 110 °C ó menos, y
- 20 (C) negro de carbón en una cantidad de entre 10 y 50% en peso, en base al peso total de la composición de polímero semiconductor,

en la que el copolímero de olefina (B) se prepara utilizando un catalizador de polimerización de metaloceno.

25 Además, la presente invención da a conocer un cable de potencia que comprende un conductor, una capa aislante y por lo menos una capa semiconductora en donde por lo menos una capa semiconductora comprende la composición de polímero semiconductor que se ha mencionado anteriormente.

30 En la técnica, es del conocimiento general que para dicha capa semiconductora desprendible, adyacente a una capa aislante que está habitualmente fabricada de una composición bastante no polar, por ejemplo de una composición de polietileno, debe utilizarse una composición de polímero comparativamente polar, con el objeto de facilitar el desprendimiento.

35 Actualmente se ha descubierto que, sorprendentemente y contrariamente a lo esperado en el estado de la técnica, un copolímero de olefina, tal como el definido en la presente invención, es muy adecuado en una capa semiconductora de un cable de potencia para permitir un desprendimiento fácil de la capa semiconductora respecto a una capa aislante adyacente. Además, la capacidad de la composición semiconductora de la invención para ser desprendida puede ser ajustada fácilmente según, por ejemplo, diferentes estándares de la industria.

40 Además, es una ventaja de la presente invención que la composición semiconductora no comprende NBR, que tiene una consistencia del tipo de la goma de mascar y por lo tanto da lugar a problemas de manipulación y dosificación. Habitualmente, el NBR es fabricado y embarcado en grandes paquetes que, previamente a la mezcla, deben ser granulados o cortados en piezas menores en una etapa especial del proceso. Por lo tanto, la utilización del NBR es incómoda para alimentarlo continuamente en el mezclador de la mezcla.

El polímero de olefina utilizado en la presente invención puede ser manipulado fácilmente, por ejemplo en forma de gránulos, y puede ser dosificado fácilmente tras la formación de la composición sin ninguna etapa especial de proceso para el granulado o el corte. De este modo, el proceso de mezclado y la consistencia de la mezcla y por consiguiente la consistencia del producto, se mejoran sensiblemente sustituyendo el NBR.

45 Asimismo, se mejoran también las propiedades termo-oxidantes de la composición, lo que conduce a una degradación menor tras el procesado. El NBR contiene muchos enlaces dobles que reaccionan fácilmente con oxígeno del aire durante la etapa de mezclado, teniendo como resultado una degradación termo-oxidante que puede tener como resultado la formación de grumos en la composición final. El copolímero de olefina contiene un número limitado de enlaces dobles y no es fácil de oxidar, lo que conduce a una degradación menor tras el procesado y a un producto más consistente. Alternativamente, las propiedades termo-oxidante pueden ser utilizadas usando temperaturas de procesado superiores, por ejemplo un rendimiento superior en la máquina de mezcla.

50 Finalmente, el copolímero de olefina se acopla mejor con una resina de base durante el mezclado, lo que conduce a una formulación más simple, la cual presenta una adherencia reducida sustancialmente. En una composición que contiene un NBR muy adhesivo, son necesarios un compatibilizador, lubricantes tales como ceras,

estearatos o siliconas, etc., y un agente de desprendimiento para obtener una composición final homogénea que fluye libremente. Cuando se utiliza el copolímero de olefina en la composición, según la presente invención, se superan estas desventajas debidas a la adherencia del NBR, y por lo tanto pueden ser omitidos los aditivos anteriores o reducirse su cantidad.

5 La invención está caracterizada por la utilización de un catalizador de polimerización de metaloceno en la preparación del copolímero de olefina (B). Sorprendentemente, se ha descubierto que la selección de la invención de un catalizador de polimerización de metaloceno proporciona propiedades mecánicas superiores así como propiedades de procesamiento superiores, de la composición de polímero semiconductor final.

10 Sorprendentemente, con la utilización de un catalizador de polimerización de metaloceno ha resultado posible mejorar el perfil de propiedades de una composición de polímero semiconductor desprendible, en comparación con una composición de polímero semiconductor preparado por un catalizador Ziegler convencional. En concreto, la ventana de temperaturas del proceso de fabricación del cable es mucho mayor cuando se utiliza un catalizador de metaloceno. Por lo tanto, la temperatura de proceso puede ser lo suficientemente baja como para evitar la generación de quemaduras superficiales debidas a la descomposición del peróxido, y lo suficientemente alta como para proporcionar una homogenización superior de la fusión con el objeto de garantizar una fusión moldeable elástica que proporciona una suavidad superficial excelente a la composición de polímero. Una homogenización de fusión superior puede obtenerse, preferentemente, mediante una temperatura de fusión en una máquina de extrusión de más de 25 °C por encima del punto de fusión del componente de polímero que comprende el punto de fusión más elevado.

20 Un catalizador de metaloceno reduce más el punto de reblandecimiento Vicat del copolímero de olefina obtenido (B), asegura una distribución de co-monómero homogénea y una distribución estrecha del peso molecular (Mw/Mn) cuyos parámetros contribuyen al perfil de propiedades mejoradas descrito anteriormente.

25 La composición de la invención de polímero semiconductor requiere asimismo menos ayuda al procesamiento tal como cera, agente de desprendimiento (agente anti-aglomerante), en comparación con las composiciones que utilizan NBR. Debido a la adherencia reducida de las composiciones de la invención de polímero en comparación con las composiciones desprendibles convencionales que utilizan NBR como componente, las nuevas composiciones de la presente invención pueden ser desprendidas a temperaturas superiores de hasta por lo menos 75 °C sin ningún problema en la capacidad de desprendimiento, a fuerzas de desprendimiento comparativamente bajas. Además, pueden fabricarse gránulos de polímero que no se adhieren entre sí incluso a temperaturas de hasta 70 °C. Por lo tanto, pueden ser omitidas las anteriores ayudas de proceso y los agentes de desprendimiento que son indispensables en composiciones que contienen NBR.

30 Preferentemente, el copolímero de olefina (B) en la composición semiconductor comprende 40% en peso, más preferentemente 30% en peso o menos, de unidades de monómero de una alfa-olefina con, por lo menos, 4 átomos de carbono. Además, es preferible que el copolímero de alfa-olefina (B) comprenda 5% en peso o más, de unidades de monómero de una alfa-olefina con, por lo menos, 4 átomos de carbono.

35 La alfa-olefina, para incorporar una o más unidades de monómero en el copolímero de olefina (B) puede ser seleccionada preferentemente entre el grupo que consiste en buteno, penteno, hexeno, hepteno, octeno, noneno y decadieno.

El copolímero de olefina (B) puede asimismo incorporar, además de la alfa-olefina, una unidad monomérica de etileno con un contenido preferente de menos de 10%.

40 La unidad de propileno está contenida en el copolímero de olefina (B) en una cantidad de 50% en peso o más, más preferentemente en una cantidad desde 70 a 90% en peso, en base al peso total del copolímero de olefina (B).

En una realización preferente, el copolímero de olefina consiste en unidades de monómero de propileno y buteno.

45 El punto de fusión del copolímero de olefina es preferentemente de 110 °C o menor.

Además, el punto de fusión del copolímero de olefina (B) es preferentemente de 100 °C o menor, más preferentemente de 90 °C o menor, e incluso más preferentemente de 85 °C o 75 °C o menor. El punto de fusión del copolímero de olefina (B) debe ser preferentemente no menor de una gama comprendida entre 50 y 55 °C.

50 Preferentemente, la composición semiconductor comprende el copolímero de olefina (B) en una cantidad de 3% en peso o más, más preferentemente de 5% en peso o más, y en el caso más preferente de 10% en peso o más.

55 Además, la composición semiconductor comprende preferentemente el copolímero de olefina (B) en una cantidad de 45% en peso o menos, más preferentemente de 35% en peso o menos, y en el caso más preferente de 25% en peso o menos. Según realizaciones preferentes de la invención, el copolímero de olefina (B) puede estar contenido en una cantidad de entre 10 y 45% en peso, o entre 5 y 15% en peso, del peso total de la composición de

polímero.

El índice de fluidez MFR₂, medido a 230 °C, del copolímero de olefina (B) está comprendido preferentemente entre 0,5 y 50 g/10 min, más preferentemente entre 3 y 35 g/10min.

5 En una realización de la composición semiconductor de la invención, el copolímero de olefina comprende o consiste en un copolímero de propileno, preferentemente un copolímero de propileno aleatorio. El copolímero de propileno puede comprender una matriz de copolímero de propileno aleatorio con una fase de caucho dispersado, tal como un caucho de propileno-alfa-olefina. Un ejemplo es un caucho de propileno-buteno. El copolímero de propileno puede comprender asimismo un terpolímero basado en olefina, tal como un terpolímero de propileno-etileno-alfa-olefina. Un ejemplo es un terpolímero de propileno-etileno-buteno el cual puede tener propiedades elastoméricas.

10 El copolímero de olefina (B) puede tener preferentemente una densidad de 910 kg/cm³ o menor, más preferentemente de 900kg/cm³ o menor según ASTM D792.

15 La composición de copolímero semiconductor de la presente invención comprende además preferentemente un copolímero polar (A). Dicho copolímero polar puede ser cualquiera de los copolímeros polares utilizados convencionalmente en las composiciones de copolímero semiconductor para cables de potencia.

Preferentemente, el copolímero polar (A) es un copolímero polar de olefina, más preferentemente un copolímero polar de etileno.

Los co-monómeros polares contenidos en el copolímero polar (A) pueden seleccionarse entre ácidos acrílicos, ácidos metacrílicos, acrilatos, metacrilatos, acetatos y/o ésteres de vinilo.

20 Preferentemente, el copolímero polar (A) es un copolímero de etileno con ésteres de ácido carboxílico insaturado, preferentemente con 4 a 8 átomos de carbono o ésteres de vinilo, preferentemente acrilatos C₁₋₄, tales como (met)acrilatos de metilo, etilo, propilo o butilo, o acetato de vinilo.

25 Además, el copolímero polar (A) puede estar presente en la composición semiconductor en una cantidad de 65% en peso o menos, más preferentemente de 60% en peso o menos, aún más preferentemente de 55% en peso o menos, y en el caso más preferente 50% en peso o menos, en base a la composición total.

El copolímero polar (A) tiene preferentemente una cantidad de unidades de co-monómero polar de 10% en peso o más, más preferentemente de 20% en peso o más, y en el caso más preferente de 25% en peso o más.

30 Especialmente, puede utilizarse un copolímero de etileno/acetato de vinilo. El copolímero puede componerse de etileno y un éster de vinilo con 4 ó 5 átomos de carbono como componentes principales. El éster de vinilo puede ser preferentemente acetato de vinilo, propionato de vinilo o una mezcla de estos.

Preferentemente, el copolímero polar (A) tiene un índice de fluidez MFR₂ (2,16 kg/190 °C) de 0,1 a 100 g/10min, más preferentemente de 1 a 60 g/10min, incluso más preferentemente de 5 a 50 g/10min, y en el caso más preferente de 15 a 50 g/10min.

35 Además, es ventajoso que la cantidad del copolímero de olefina (B) con respecto a la suma del copolímero polar (A) y el copolímero de olefina (B) sea preferentemente no mayor de 45% en peso, más preferentemente no mayor de 25% en peso, e incluso más preferentemente no mayor de 20% en peso. Si la cantidad del copolímero de olefina (B) es mayor que las gamas anteriores, pueden deteriorarse la adherencia y la procesabilidad de la composición de polímero semiconductor.

La composición de polímero semiconductor comprende además preferentemente negro de carbón.

40 La cantidad de negro de carbón es, por lo menos, tal que se obtiene una composición semiconductor. Dependiendo del tipo de negro de carbón utilizado y del uso deseado y la conductividad de la composición, la cantidad de negro de carbón puede variar.

45 Preferentemente, la composición de polímero comprende de 10 a 50% en peso de negro de carbón, en base al peso de la composición semiconductor total. Más preferentemente, la cantidad de negro de carbón es de 10 a 45% en peso, aún más preferentemente de 15 a 45% en peso o de 20 a 45% en peso, aún más preferentemente de 30 a 45% en peso, aún más preferentemente de 35 a 45% en peso, y en el caso más preferente de 36 a 41% en peso.

Puede utilizarse cualquier negro de carbón que sea conductor eléctricamente. Ejemplos de negros de carbón adecuados comprenden negro de horno y negros de acetileno. Como negro de carbón, se prefiere especialmente el negro de carbón de horno.

50 Los negros de horno adecuados pueden tener un tamaño de partícula primario de más de 28 nm, medido según ASTM D-3849. Muchos negros de horno adecuados de esta categoría, están caracterizados por un índice de yodo comprendido entre 30 y 200 mg/g, según ASTM D-1510, y un índice de absorción de aceite comprendido entre

80 y 300 ml/100 g, según ASTM D-2414.

Pueden fabricarse otros negros de carbón adecuados mediante cualquier otro proceso, o ser tratados adicionalmente.

5 Los negros de carbón adecuados para las capas semiconductoras del cable están caracterizados preferentemente por su limpieza. Por lo tanto, los negros de carbón preferentes tienen un contenido de ceniza de menos de 0,2% en peso, medido según ASTM-1506, un residuo de tamiz de malla 325 de menos de 30 ppm según ASTM D-1514, y tienen menos de 1% en peso de azufre total según ASTM-1619.

10 Los más preferentes son los negros de carbón de horno extra-limpio que tienen un contenido en polvo de menos de 0,05% en peso medido según ASTM-1506, un residuo de tamiz de malla 325 de menos de 15 ppm según ASTM D-1514, y tienen menos de 0,05% en peso de azufre total según ASTM-1619

Según una realización preferente, la composición de polímero semiconductor comprende además un agente de reticulado.

15 En el contexto de la invención, un agente de reticulado se define como cualquier compuesto que pueda iniciar una polimerización de radicales. Un agente de reticulado puede ser un compuesto capaz de generar radicales cuando se descompone, pero comprende asimismo los radicales obtenidos después de la descomposición. Preferentemente, el agente de reticulado contiene por lo menos un enlace O-O, o por lo menos un enlace -N=N-. Más preferentemente, el agente de reticulado es un peróxido y/o un radical obtenido de éste después de la descomposición térmica.

20 El agente de reticulado, por ejemplo un peróxido, se añade preferentemente en una cantidad de menos de 3,0% en peso, más preferentemente de 0,2 a 2,6% en peso, incluso más preferentemente de 0,3 a 2,2% en peso, en base al peso de la composición de polímero. Para tener un buen equilibrio entre la quemadura superficial y la eficiencia del reticulado, puede preferirse añadir el agente de reticulado, en concreto un peróxido, en una cantidad de 0,4 a 1,5% en peso, incluso más preferentemente de 0,8 a 1,2% en peso, en base el peso de la composición semiconductoras.

25 El agente de reticulado puede ser añadido a la composición semiconductoras durante la etapa de mezclado (es decir, cuando la poliolefina insaturada se mezcla con el negro de carbón), o después de la etapa de mezcla en un proceso diferente, o mientras es extrudida la composición reticulado semiconductoras, o después de la extrusión, por ejemplo mediante la difusión de radicales de reticulado desde otra capa de cable hacia la capa semiconductoras.

30 Como peróxidos utilizados para el reticulado, pueden mencionarse los siguientes compuestos: peróxido de di-terc-amilo, 2,5-di(terc-butilperoxi)-2,5-dimetil-3-hexino, 2,5-di(terc-butilperoxi)-2,5-dimetilhexano, peróxido de terc-butilo-cumilo, peróxido de di(terc-butilo), peróxido de dicumilo, benceno de di(terc-butilperoxi-isopropilo), valerato de butilo-4,4-bis(terc-butilperoxi), 1,1-bis(terc-butilperoxi)-3,3,5-trimetilciclohexano, benzoato de terc-butilperoxi, peróxido de dibenzoilo.

35 Preferentemente, el peróxido se selecciona entre 2,5-di(terc-butilperoxi)-2,5-dimetil-hexano, di(terc-butilperoxi-isopropil)benceno, peróxido de dicumilo, peróxido de terc-butilcumilo, peróxido de di(terc-butilo), o mezclas de estos. Más preferentemente, el peróxido es peróxido de terc-butilcumilo.

40 La composición de polímero semiconductor puede comprender otros aditivos. Como aditivos posibles, pueden mencionarse antioxidantes, retardadores de quemaduras superficiales, reforzantes del reticulado, estabilizadores, ayudas al proceso, lubricantes, aditivos retardadores de la llama, destructores de ácidos, cargas inorgánicas, estabilizadores de tensión, aditivos para mejorar la resistencia a la arborescencia higroscópica, o mezclas de los mismos.

45 Es posible asimismo incluir una pequeña cantidad, preferentemente de 15% o menos, de otra carga además del negro de carbón para mejorar las propiedades tales como el comportamiento de rasgado, etc. La carga puede actuar asimismo como una destructora de ácidos. El etileno acetato de vinilo utilizado como copolímero en la formulación semiconductoras comienza a degradarse por encima de 150 °C, teniendo como resultado la formación de ácido acético, lo cual provoca un riesgo incrementado de corrosión del equipo de procesado. Preferentemente, las cargas inorgánicas neutralizarán el ácido y reducirán el ataque de corrosión del ácido. Los materiales de carga adecuados pueden seleccionarse entre el grupo que consiste en carbonato de calcio, talco, mica, wolastonita, sulfato de bario, calcita e hidrotalcita.

En la fabricación de un cable de potencia que comprende un conductor, una capa aislante y por lo menos una capa semiconductoras, la composición de la invención de polímero semiconductor puede estar contenida en, por lo menos, una de dichas capas semiconductoras.

55 El cable de potencia que comprende la composición de copolímero de la presente invención puede comprender además capas adicionales tales como capas de barrera de agua y una capa de revestimiento.

5 Tal como se ha mencionado anteriormente, un agente de reticulado, preferentemente un peróxido, puede ser añadido a la composición de poliolefina semiconductor. El momento de adición del agente de reticulado puede ser variado. A modo de ejemplo, el agente de reticulado puede ser añadido a la composición de polímero reticulable semiconductor cuando la poliolefina se mezcla con el negro de carbón en una etapa de mezclado, o después de la etapa de mezclado en una etapa de proceso diferente. Además, el agente de reticulado puede ser añadido durante la extrusión de la composición de polímero reticulable semiconductor.

10 Como otra alternativa, el agente de reticulado puede ser añadido durante y/o después de la aplicación de la composición de polímero reticulable semiconductor sobre el sustrato. En la realización preferente, el agente de reticulado puede disponerse en un depósito externo desde el cual puede migrar a la capa que comprende la composición reticulable semiconductor. En el contexto de la presente invención, un "depósito externo" es un depósito que no forma parte de la capa que comprende la composición reticulable semiconductor. Preferentemente, el depósito externo es otra capa aplicada asimismo sobre el sustrato y que contiene el agente de reticulado. Tal como se ha explicado anteriormente, el término "agente de reticulado" ha de ser definido en un sentido extenso. Por lo tanto, la otra capa que actúa como depósito puede comprender compuestos aún no descompuestos pero puede comprender asimismo radicales que resultan de la descomposición. Desde la otra capa, el agente de reticulado migra a la capa que comprende la composición reticulable semiconductor. Por lo tanto, puesto que el agente de reticulado se proporciona desde un depósito externo durante y/o después de haber sido aplicado sobre el sustrato, la composición de polímero reticulable semiconductor de la presente invención puede ser extrudida sin agente de reticulado o, por lo menos, con una cantidad muy baja de agente de reticulado.

20 En una realización preferente, la otra capa que actúa como un depósito externo de agente de reticulado, está dispuesta junto a la capa que comprende la composición de polímero reticulable semiconductor para facilitar la migración del agente de reticulado. Si es necesario, la migración se mejora mediante el tratamiento térmico de una de estas capas o de ambas capas.

25 Cuando ha sido difundida la cantidad suficiente de agente de reticulado a la composición reticulable semiconductor, dicha composición puede ser tratada bajo condiciones de reticulado. Si se utilizan peróxidos, el reticulado puede llevarse a cabo incrementando la temperatura hasta, por lo menos, de 160 a 170 °C.

Habitualmente, la composición semiconductor se procesa a una temperatura como máximo de 140 °C, más preferentemente a una temperatura como máximo de 135 °C.

30 El procesado comprende una etapa de mezclado de la composición, así como la extrusión en una capa de un cable.

La presente invención atañe asimismo a un cable de potencia eléctrica que comprende una capa semiconductor formada por la composición semiconductor que se ha descrito anteriormente.

35 Habitualmente, las capas semiconductoras están contenidas en cables de tensión media a alta, en los cuales un núcleo conductor, por ejemplo de cobre o de aluminio, está rodeado por una capa semiconductor interior, una capa aislante, y una capa semiconductor exterior. Opcionalmente, pueden estar presentes capas de apantallamiento y/o fundas de cable adicionales.

Preferentemente, por lo menos una capa semiconductor exterior de un cable de potencia está formada por la composición que se ha descrito anteriormente.

40 Además, preferentemente la capa de aislamiento comprende un homo o co-polímero de etileno, el cual es reticulado preferentemente.

45 Los aislamientos pueden consistir en polímeros extrudidos incluyendo polietileno (LDPE y HDPE), polietileno reticulado (XLPE), que puede ser resistente a la arborescencia higroscópica (WTR-XLPE) y caucho de etileno propileno (EPR, "ethylene propylene rubber"). Los polímeros extrudidos pueden ser termoplásticos o bien termoendurecibles. El material termoplástico se deformará tras el subsiguiente calentamiento, mientras que el material termoendurecible tenderá a mantener su forma a temperaturas operativas superiores.

Finalmente, la presente invención se refiere a la utilización de una composición de polímero semiconductor tal como se ha descrito anteriormente, para la fabricación de una capa semiconductor de un cable de potencia eléctrica, preferentemente un cable de potencia eléctrica de potencia media a alta.

EJEMPLOS

50 A continuación se describirá la presente invención en mayor detalle, haciendo referencia a los siguientes ejemplos y ejemplos comparativos. Las partes y los % están basados en peso, si no se especifica otra cosa.

1. Métodos de prueba

Salvo que se indique lo contrario en la descripción o en las reivindicaciones, los métodos siguientes fueron utilizados para medir las propiedades definidas anteriormente en general, y en las reivindicaciones y los ejemplos

siguientes. Las muestras fueron preparadas según estándares dados, salvo que se indique otra cosa.

(a) Índice de fluidez en fusión

El índice de fluidez en fusión se determinó para homo- y copolímeros de propileno, según ISO 1133 a 230 °C, a una carga de 2,16 kg (MFR₂).

5 (b) Densidad

La densidad de los materiales y de las composiciones se determinó según ASTM D792 y está dada en kg/m³.

(c) Temperatura de fusión

10 La temperatura de fusión (T_m) del copolímero de olefina se determinó según ASTM D 3418. T_m se midió con un aparato de calorimetría por barrido diferencial (DSC, "differential scanning calorimetry") en muestras de 3 ± 0,5 mg. Las curvas de fusión se obtuvieron durante exploraciones de enfriamiento y calentamiento de 10 °C entre -10 y 200 °C. Las temperaturas de fusión se tomaron como el pico de las reacciones endotérmicas y exotérmicas.

(d) Contenido de co-monómero del copolímero polar y de alfa-olefina

15 El contenido de co-monómero (% en peso) del co-monómero polar se determinó de manera conocida en base a la determinación por espectroscopía infrarroja por transformada de Fourier (FTIR, "Fourier transform infrared spectroscopy") calibrada con ¹³C-NMR tal como se describe en el documento de Haslam J., Willis HA, Squirrel DC. "Identification and analysis of plastics" ("identificación y análisis de plásticos"), segunda edición, London Liffle books; 1972. El instrumento de FTIR fue un Perkin Elmer 2000, 1scann, con una resolución de 4cm⁻¹. El pico obtenido para el co-monómero verificado se comparó con el pico de polietileno tal como es evidente para un experto (por ejemplo, el pico para acrilato de butilo a 3450 cm⁻¹ se comparó con el pico de polietileno a 2020 cm⁻¹). El % en peso se convirtió el % molar mediante cálculo, en base a los moles totales de los monómeros polimerizables.

20

Un método alternativo para determinar el contenido de co-monómero de alfa-olefina así como polar, es utilizar un método NMR el cual proporcionaría resultados iguales que sobre rayos X y el método FTIR. El método siguiente, por ejemplo, proporciona resultados que son, para los objetivos de la invención, equivalentes a los anteriores:

25 El contenido de co-monómero se determinó utilizando ¹³C-NMR. El espectro de ¹³C-NMR se registró en un espectrómetro Bruker de 400 MHz a 130 °C a partir de muestras disueltas en 1, 2, 4-triclorobenceno/benceno-d₆ (90/10 p/p).

(e) Alargamiento en caliente

30 Para la verificación del curado adecuado de las diferentes capas en las construcciones de cable, el alargamiento en caliente y alargamiento permanente se determinaron según IEC 60811-2-1, midiendo la deformación térmica a 200 °C y a una carga de 0,2 MPa utilizando una muestra de capa de cable consistente en dicha composición de poliolefina reticulada de la invención.

35 Se prepararon dos muestras de prueba con extremos ensanchados ("dumb-bell") a partir de una capa de cable consistente en una composición de poliolefina a verificar, cortando una muestra de capa de aproximadamente 1,0 mm de grosor, a partir de la capa del cable de prueba en la dirección a lo largo del eje del cable. Las otras dimensiones fueron según dicho estándar. En los ejemplos dados a continuación, la muestra de capa de prueba se tomó de la capa semiconductora exterior del cable de prueba, exfoliando dicha capa exterior con un grosor de 1,0 mm a partir de la capa de aislamiento.

40 Cada muestra de prueba se fijó verticalmente desde el extremo superior de ésta en el horno, y la carga de 0,2MPa se acopló al extremo inferior de cada muestra de capa de prueba. Después de 15 minutos, a 200 °C en el horno, se midió la distancia entre las líneas premarcadas y se calculó el porcentaje de alargamiento en caliente, dando como resultado un alargamiento en %. Para el % de fraguado permanente, se eliminó la fuerza de tracción (peso) de las muestras de prueba, a continuación se recuperó a 200 °C durante 5 minutos y se dejó enfriar a temperatura ambiente hasta que se alcanzó la temperatura ambiente. Se calculó el % de fraguado permanente a partir de la distancia entre las líneas marcadas.

45

(f) Fuerza de desprendimiento

50 Se cortaron muestras de cable de 30 cm de longitud, en la dirección en sección transversal desde un cable de prueba que tuvo una capa semiconductora interna con un grosor de 0,8 ± 0,05 mm, una capa de aislamiento con un grosor de 5,5 ± 0,1 mm, y una capa semiconductora con un grosor de 1 ± 0,1 mm. Los cables de prueba se prepararon según el método "Test cable and preparation method thereof" ("cable de prueba y método de preparación del mismo") descrito a continuación, utilizando el material de la capa semiconductora interior dada y el material de la capa de aislamiento para la muestra de prueba, y utilizando la composición de poliolefina a probar como dicho material de capa semiconductora exterior. La prueba de la fuerza de desprendimiento puede realizarse para el cable de prueba, en

5 donde dicha muestra está en forma no reticulada o reticulada. Las muestras de cable se acondicionaron no menos de 16 horas a 23 °C y un 55% de humedad relativa del aire. Se aplicaron dos cortes de 10 cm de longitud y 10 mm de separación entre sí, con un cuchillo a través de la capa semiconductora exterior de dicho cable de prueba en la dirección axial, en una profundidad tal como para obtener un grosor del corte correspondiente al grosor de dicha capa semiconductora exterior (1 mm). La separación del corte de la capa semiconductora exterior se inició manualmente en el extremo de corte de la muestra de cable. El cable se fijó a un instrumento de prueba de tracción Al-wetron TCT 25 (disponible comercialmente en Al-wetron). La parte cortada separada manualmente se grapó sobre un conjunto de ruedas, el cual se fijó a una mandíbula móvil de dicho instrumento. La rotación del conjunto de ruedas provoca que se produzca la separación de las mandíbulas, y por lo tanto la exfoliación, es decir la separación, de dicha capa semiconductora respecto a dicha capa de aislamiento. La exfoliación se llevó a cabo utilizando un ángulo de exfoliación de 90 °C y una velocidad de exfoliación de 500mm/min. Se registró la fuerza requerida para exfoliar dicha capa semiconductora exterior respecto al aislamiento, se repitió y la prueba por lo menos diez veces para cada muestra de la capa de prueba. La fuerza promedio dividida por la anchura (10 mm) de la muestra se tomó como dicha fuerza de desprendimiento y los valores dados (kN/m a 90 °C) representan la fuerza de desprendimiento promedio de las muestras de prueba, obtenida a partir de por lo menos diez pruebas.

15 (g) Prueba de desprendimiento en espiral

Se llevó a cabo una prueba de desprendimiento en espiral o prueba de desmontaje en campo sobre cables reticulados de 20 kV bajo una simulación de condiciones para el pelado de los cables in situ en un clima cálido. Las condiciones se modificaron variando las temperaturas a las que se llevó a cabo la prueba. La prueba se realizó del siguiente modo:

20 Se hicieron dos ranuras alrededor del cable en la pantalla de aislamiento hasta una profundidad de aproximadamente 0,025 mm menos que el punto de grosor mínimo de la muestra (pantalla de aislamiento). La distancia entre las ranuras paralelas fue de 10 mm. Las muestras del cable se atemperaron en un horno de laboratorio Hereus a una temperatura específica. Después de no menos de 1 h se sacaron del horno las muestras del cable, y las muestras de la pantalla de aislamiento se extrajeron del aislamiento a mano inmediatamente, en un momento en que el cable seguía templado. La pantalla de aislamiento fue sometida a una "prueba de aceptación". Los criterios para aceptación de la prueba fueron la extracción de la pantalla de aislamiento sin rasgado, rotura o abandono de material residual conductor sobre la superficie de aislamiento que no es extraíble fácilmente mediante fricción leve. No debería requerirse lijado para extraer el material residual.

25 (h) Resistividad volumétrica

La resistividad volumétrica del material semiconductor se midió sobre cables de polietileno reticulado según ISO 3915 (1981). Se acondicionaron muestras de cable con una longitud de 13,5 cm a 1 atm y 60 ± 2 °C durante $5 \pm 0,5$ horas antes de la medición. La resistencia de la capa semiconductora exterior se midió utilizando un sistema de cuatro terminales utilizando cables de metal presionados contra la capa semiconductora. La resistencia de la capa semiconductora interior se midió cortando el cable en dos mitades y extrayendo el conductor metálico. La resistencia entre la pasta de placa conductora aplicada sobre los extremos de la muestra se utilizó a continuación para determinar la resistividad volumétrica de la capa semiconductora interior. Las mediciones se llevaron a cabo a temperatura ambiente (20 °C) y a 90 °C.

30 (i) Prueba de deslizamiento libre de los gránulos

La adherencia entre los gránulos de polímero se verificó según una "prueba de deslizamiento libre de gránulos" del siguiente modo. La prueba pretende simular las condiciones de presión esperadas en la capa inferior del material en una caja de 600 kg utilizada para suministrar esta clase de material. Las condiciones cambiaron variando la temperatura a la que se llevó a cabo la prueba. La prueba se realizó del siguiente modo:

45 Se pesaron 500 g de gránulos de material semiconductor en un tarro Mason de 1000 ml. Se situó un disco de aluminio sobre el material y se colocó un peso de 2 kg sobre el disco. Esto simula la presión, de aproximadamente 1 psi ($6,9 \times 10^3$ Pa), ejercida sobre la capa inferior del material en una caja. Se atemperaron las muestras en un horno de laboratorio Hereus, a temperaturas especificadas. Después de 6 horas se sacaron los tarros del horno, se retiraron el peso y el disco de aluminio, y se invirtieron los tarros durante 1 minuto. Si quedaba material en los tarros, éste fue separado del tarro, pesado, y anotado.

50 (k) Prueba de cocción de obleas

La prueba de cocción se llevó a cabo según AEIC CS5-94. Se retiraron cualesquiera cubiertas exteriores y el conductor. Se cortó del cable una sección transversal representativa conteniendo la pantalla conductora extrudida y la pantalla aislante. La oblea resultante, con un grosor de por lo menos 25 milésimas de pulgada (0,64 mm), se sumergió en decahidronaftaleno estabilizado en cocción durante cinco horas utilizando el equipo especificado en ASTM D2765. A continuación se extrajo la oblea del solvente, y se examinó en relación con la continuidad de la interfaz pantalla/aislamiento con un mínimo de amplificación de 15 aumentos. Para la aceptación de la prueba después del tratamiento anterior, la pantalla de aislamiento no debería mostrar ninguna rotura y adherirse continuamente al aislante en 360°.

(l) Resistencia a la tracción en la rotura, y alargamiento en la rotura

Se midieron ambas propiedades según ISO 527, y se dan en Mpa y %, respectivamente.

(m) Envejecimiento termo-oxidante

5 Se midió el cambio en las propiedades mecánicas antes y después del envejecimiento oxidante, según IEC 60811-1-2.

(n) Índice de adsorción de aceite, (dibutil ftalato)

Se midió el índice de adsorción DBP de las muestras de negro de carbón según ASTM D2414-06a.

(o) Índice de yodo

Se midió el índice de yodo de las muestras de negro de carbón según ASTM D1510-07.

10 2. Materiales

Para la preparación de las composiciones de polímero fueron utilizados los ingredientes proporcionados en la siguiente tabla 1. Todas las cantidades están dadas en partes por peso.

(a) Composición de la capa semiconductora

15 Los componentes de la composición de la capa semiconductora fueron los de la composición de poliolefina bajo prueba. Las composiciones de poliolefina de prueba utilizadas en la presente parte experimental fueron las composiciones de poliolefina de los ejemplos de la invención 1-12 y las composiciones de polímero de los ejemplos comparativos 1-3 están listadas en las tablas siguientes.

20 La preparación de la composición de la capa semiconductora exterior se llevó a cabo mezclando los componentes en un mezclador Buss. Por consiguiente, las operaciones de mezclado se realizaron en un mezclador Buss continuo de 46 mm. El copolímero (A) y la poliolefina (B), y los aditivos, si los había, se cargaron en la primera tolva del mezclador. Se cargó un negro de carbón del tipo de carga en la subsiguiente segunda tolva junto con el aditivo o aditivos, y se prosiguió el mezclado a 190 °C seguido por la granulización. El componente de peróxido se cargó en los gránulos en una etapa de proceso diferente.

(b) Fabricación de cables de prueba

25 Los cables de prueba fueron fabricados utilizando un denominado "sistema de extrusor 1 más 2", en un extrusor Mailerfer, proporcionado por Mailerfer. Por lo tanto, la capa semiconductora interior fue extrudida primero en el conductor en un cabezal extrusor separado, y después son extrudidas las capas de aislamiento y semiconductora exterior, conjuntamente sobre el semiconductor interior en un cabezal extrusor doble. El tornillo extrusor semiconductor interior y exterior tuvo un diámetro de 45 mm y el tornillo de aislamiento tuvo un diámetro de 60 mm.

30 Cada cable de prueba fue fabricado a una velocidad de fabricación de 1,6 m/min utilizando las mismas condiciones de fabricación convencionales, por ejemplo reticulado de los cables de prueba en nitrógeno en un barreno de curado CV. Cada cable de prueba tenía las siguientes propiedades:

	Construcción del cable de prueba
Diámetro del conductor	50 mm ² Al
Capa semiconductora interior, grosor	0.8 ± 0.05 mm
Capa aislante, grosor	5.5 ± 0.1 mm
Capa semiconductora exterior, grosor	1 ± 0.1 mm

Tabla 1

Material es en bruto utilizados en los ejemplos

Denominación comercial		Polímero	MFR 2,16 kg 190 °C ASTM D1238 (g/10 min)	Densidad ASTM D792 (kg/cm ³)	Punto de fusión ASTM D3418 (°C)
Escorene ® LD783. NP	EVA 1	EVA, VA=31 %	43	955	58
Escorene ® UL 02133EN2	EVA 2	EVA, VA=33 %	21	956	70
Escorene ® UL00728FF	EVA 3	EVA, VA=28 %	7	952	70
Kynac ® 34.35; adherencia Mooney (ML (1 + 4) 100 °C = 30 +/- 3	NBR	Caucho de nitrilo-butadieno (33% peso de nitrilo)	-	980	
Tafmer ® XM 5070	Copolímero 1	Copolímero PP-PB	7 (230 °C)		75
Tafmer ® TX 1284	Copolímero 2	Copolímero PP-PB-PE	6 (230 °C)		75
Negro de carbón					
Denominación comercial		Tipo	Adsorción de aceite nr. ASTMD2414 (ml/100g)	Yodo nr. ASTM D1510 (mg/g)	
Conductex ® 7051	CB	Negro de horno	115-127	38-48	
Aditivos					
Denominación comercial		Tipo			
TMQ	Estabilizador	TMQ (CAS 26780-96-1)			
Antilux ®	Ayuda al proceso				
Peróxido orgánico Geo Liqua-cup D-16	Peróxido	Peróxido de terc-butilo-cumilo			

Denominación comercial		Polímero	MFR 2,16 kg 190 °C ASTM D1238 (g/10 min)	Densidad ASTM D792 (kg/cm ³)	Punto de fusión ASTM D3418 (°C)
			MFR 2,16 kg 190 °C ASTM D1238 (g/10 min)	Densidad ASTM D 792 (kg/cm ³)	Punto de fusión ASTM D3418 (°C) 5
LE4201	Aislamiento	Peróxido LDPE	1	923	111
LE0592	Semiconductor interior	EBA	20 (MFR 21,16 kg (g/10min)	1150	93

Escorene® es una marca registrada de ExxonMobil Corporation.

Krynac® es una marca registrada de Lanxess AG.

Tafmer® es una marca registrada de Mitsui Co., Ltd.

Conductex® es una marca registrada de Columbian Chemicals Company.

5

Antilux® es una marca registrada de RheinChemie AG.

LE4201 y LE0592 son productos de aislamiento y semiconductores disponibles comercialmente, fabricados por Borealis.

La siguiente tabla 2 lista composiciones, según la invención, (ejemplos 1 a 9) y ejemplos comparativos (CE1 y CE2) junto con propiedades mecánicas y eléctricas seleccionadas.

10

Tabla 2

Evaluación desgarrable		Ex. 1	Ex. 2	Ex. 3	Ex. 4	Ex. 5	Ex. 6	Ex. 7	Ex. 8	Ex. 9	CE 1	CE 2
EVA 1		53	50	47	44	41		53,3	50,3	47,3		56
EVA 2											48,1	
EVA 3							47					
Copolímero 1		5	10	15	20	25	15					
Copolímero 2								5	10	15		
CB		41	39	37	35	33	37	41	39	37	38,1	43
NBR											8,9	
Estabilizador		1	1	1	1	1	1	0,7	0,7	0,7	1	1
Ayuda al proceso											3,9	
SUM		100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
MFR 190 °C, 21,6 kg, (g/10 min)	ISO 1133			75	101	107					75	75

Evaluación desgarrable		Ex. 1	Ex. 2	Ex. 3	Ex. 4	Ex. 5	Ex. 6	Ex. 7	Ex. 8	Ex. 9	CE 1	CE 2
Peróxido		0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1	1	1	0,8	0,8
	Método de prueba											
Fuerzas de desprendimiento 90 grados (kN/m)		3,3	2,1	2,1	2,3	2,8	5,1	3,8	3,4	3,3	3,1	4,6
Resistividad volumétrica (Ohm*cm) a 20 °C	ISO 3915 (1981)	105	54	165	370	171	153	53	53	37	72	76
Resistividad volumétrica (Ohm*cm) a 90 °C	ISO 3915 (1981)	870	870	1681	6670	9576	1260	863	712	321	260	758
Propiedades mecánicas	Método de prueba	Ex. 1	Ex. 2	Ex. 3	Ex. 4	Ex. 5	Ex. 6	Ex. 7	Ex. 8	Ex. 9	CE 1	CE 2
Resistencia a la tracción en la rotura (MPa)	ISO 527	16,5	15,9	16,2	15,4	15,9	19,3	14,5	15,2	15,5	12,8	18
Alargamiento a la rotura (%)	ISO 527	293	284	268	254	269	254	245	254	241	275	250
Prueba de cocción de obleas	AEIC CS5-94	Pas.	Pas.	Pas.	Pas.	Pas.	Pas.	Pas.	Pas.	Pas.	Pas.	Pas.

La tabla 2 anterior muestra que las composiciones de polímero semiconductor acordes con la presente invención tienen un perfil de propiedades equilibrado, comprendiendo propiedades mecánicas, de desprendimiento y eléctricas que satisfacen los requisitos para las composiciones semiconductoras reticuladas para cables.

5

La tabla 3 siguiente lista composiciones según la invención, y ejemplos comparativos junto con las propiedades mecánicas y de envejecimiento termo-oxidante.

Tabla 3

Evaluación desgarrable		Ex 2	Ex 8	CE 1	CE 2
EVA 1		50	50,3		56
EVA 2				48,1	
Copolímero 1		10			
Copolímero 2			10		
CB		39	39	38,1	43
NBR				8,9	
Estabilizador		1	0,7	1	1
Ayuda al proceso				3,9	
SUM		100	100	100	100
Peróxido		0,8	1	0,8	0,8
Propiedades mecánicas	Método de prueba				
Resistencia a la tracción en la rotura (MPa)	ISO 527	15,9	15,2	12,8	18
Alargamiento a la rotura (%)	ISO 527	284	254	275	250
Tras envejecimiento en 7 días a 135 °C en horno	IED 60811-1-2				
Resistencia a la tracción en la rotura (MPa)	ISO 527	16,1	14,8	13	17,8
Alargamiento a la rotura (%)	ISO 527	257	249	175	219
Cambio en las propiedades mecánicas	IEC 60811-1-2				
Antes y después del envejecimiento termo-oxidante					
Resistencia a la tracción en la rotura (MPa)		1	3	2	1
Alargamiento a la rotura (%)		10	2	37	12,4
Alargamiento en caliente (%)	IEC 60811-2-1	43	38	26	71
Alargamiento permanente (%)	IEC 60811-2-1	5,4	0	3,5	26

Las propiedades combinadas de resistencia a la tracción en la rotura, alargamiento en la rotura, propiedades mecánicas después del envejecimiento termo-oxidante, mejoraron claramente según la presente invención en comparación con las composiciones semiconductoras desprendibles reticuladas convencionales.

5

Se fabricaron y verificaron muestras del cable según la prueba de desprendimiento en espiral descrita anteriormente. Los resultados se muestran en la tabla 4 a continuación.

Tabla 4

Formulaciones desprendibles

Prueba de desprendimiento en espiral

Producto	Ex. 10	Ex. 11	Ex. 12	CE 3
CB	41	39	37	38,1
EVA 1	53,3	50,3	47,3	
EVA 2				48,1
Estabilizador	0,7	0,7	0,7	1
Copolímero 2	5	10	15	
NBR				8,9
Ayuda al proceso				3,9
Suma	100	100	100	100
Peróxido	0,80	0,80	0,80	0,80
Fuerza de desgarro 90° (kN/m)	3,8	3,4	3,3	3,1
Desviación estándar	0,163	0,098	0,104	0,235
Núm. de pruebas	10	11	9	10
Corte espiral de fuerza de desgarre				
-10 °C	OK	OK	OK	OK
20 °C	OK	OK	OK	OK
45 °C	OK	OK	OK	OK
55 °C	OK	OK	OK	OK
65 °C	OK	OK	OK	Rotura
75 °C	OK	OK	OK	-

5 De los ejemplos anteriores puede verse que el copolímero de olefina (B) según la presente invención, reduce ventajosamente la fuerza de desprendimiento de los cables semiconductores de potencia que comprenden una composición de polímero semiconductor desprendible según la presente invención, incluso a temperaturas tan elevadas como de 65 °C o 75 °C, mientras que la composición según CE3 que comprende un componente NBR en lugar del copolímero de olefina (B) de la invención se rompió con el desprendimiento ya a 65 °C.

10 Los siguientes ejemplos 13 a 15 y los ejemplos comparativos CE1 y CE2 muestran las propiedades de deslizamiento libre (medidas según la prueba de deslizamiento libre de gránulos descrita anteriormente) de los gránulos que contienen las composiciones de polímero de la invención, en comparación con las composiciones no incluidas en la invención.

Tabla 5

Deslizamiento libre de gránulos a diferentes temperaturas

Evaluación desgarrable		Ex. 13	Ex. 14	Ex. 15	CE 1	CE 2
EVA 1		47	44	41		56
EVA 2					48,1	
Copolímero 1		15	20	25		
CB		37	35	33	38,1	43
NBR					8,9	
Estabilizador		1	1	1	1	1
Ayuda al proceso					3,9	
Suma		100	100	100	100	100
MFR 190 °C, 21,6 kg (g/10min)		70,5	101	107	75	35
Peróxido		0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Agente de desprendimiento (agente añadido a la superficie del gránulo para reducir la pegajosidad)		No	No	No	Sí	No
Evaluación sobre gránulos (composiciones de polímero semiconductor desgarrable)						
Prueba de deslizamiento libre de gránulos a 50 °C (%)		98	99,5	100	97	98
Prueba de deslizamiento libre de gránulos a 60 °C (%)		86	95	93	65	84
Prueba de deslizamiento libre de gránulos a 70 °C (%)		2	17	22	0	1

5 Puede verse que la composición de polímero de la invención imparte propiedades mejoradas de deslizamiento libre a los gránulos producidos a 50 °C, 60 °C y 70 °C, lo que se traduce en una tendencia menor de los gránulos a adherirse entre sí a temperaturas elevadas, lo cual permite omitir cualesquiera agentes de desprendimiento en la composición. Por lo tanto, las composiciones según la invención tienen asimismo ventajas en el empaquetado y transporte de los gránulos de polímero.

REIVINDICACIONES

1. Una composición de polímero semiconductor, que comprende:
- (A) un copolímero de etileno que comprende unidades polares de co-monómero, en el que la cantidad de unidades polares de co-monómero en el copolímero de etileno es de 10% o más en peso, en base al peso total del copolímero de etileno,
- (B) un copolímero de olefina que comprende unidades de monómero de propileno en una cantidad de 50% o más y unidades de monómero de una alfa-olefina que tiene por lo menos 4 átomos de carbono, en el que el copolímero de olefina tiene un punto de fusión de 110 °C o menos, y
- (C) negro de carbón en una cantidad entre 10 y 50% en peso, en base al peso total de la composición de polímero semiconductor,

en la que el copolímero de olefina (B) se prepara utilizando un catalizador de polimerización de metaloceno.

2. Composición de polímero semiconductor, según la reivindicación 1, en la que el copolímero de olefina (B) tiene un contenido de dicha alfa-olefina con, por lo menos, 4 átomos de carbono, de 40% en peso o menos, en base al peso total de copolímero de olefina.

3. Composición de polímero semiconductor, según la reivindicación 1 ó 2, en la que el copolímero de olefina (B) tiene un contenido de dicha alfa-olefina con, por lo menos, 4 átomos de carbono, de 5% en peso o más.

4. Composición de polímero semiconductor, según las reivindicaciones 1 ó 2, en la que el copolímero de olefina (B) tiene un punto de fusión de 95 °C o menor.

5. Composición de polímero semiconductor, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el copolímero de olefina (B) comprende además unidades de monómero de etileno.

6. Composición de polímero semiconductor, según la reivindicación 5, en la que el copolímero de olefina (B) tiene un contenido de etileno de no más de 10% en peso, del peso total de copolímero de olefina (B).

7. Composición de polímero semiconductor, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el copolímero de olefina (B) está presente en una cantidad comprendida entre 3 y 40% en peso, del peso total de la composición de copolímero.

8. Composición de polímero semiconductor, según la reivindicación 7, en la que el copolímero de olefina (B) está presente en una cantidad de no más de 12% en peso, del peso total de la composición de copolímero.

9. Composición de copolímero semiconductor, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que los co-monómeros polares contenidos en el copolímero de etileno (A) están seleccionados entre el grupo que consiste en ácidos acrílicos, ácidos metacrílicos, acrilatos, metacrilatos, acetatos y ésteres de vinilo.

10. Composición de polímero semiconductor, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que el copolímero de etileno (A) está presente en la composición en una cantidad comprendida entre 30 y 65% en peso, del peso total de la composición semiconductor.

11. Composición de polímero semiconductor, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, en la que la relación de peso del copolímero de olefina (B) con respecto a la suma del peso del copolímero polar (A) y el copolímero de olefina (B), no es mayor de 20.

12. Composición de polímero semiconductor, según cualquiera de las reivindicaciones precedentes, que comprende además una carga inorgánica, básica.

13. Un cable de potencia que comprende un conductor, una capa de aislamiento y, por lo menos, una capa semiconductor, en el que dicha, por lo menos, una capa semiconductor comprende una composición de polímero semiconductor, según se define en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12.

14. Cable de potencia, según la reivindicación 13, en el que la capa de aislamiento comprende un polímero de etileno.

15. Utilización de una composición de polímero semiconductor, según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 12, en la preparación de una capa semiconductor de un cable de potencia.