

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 401 157**

51 Int. Cl.:

**H01B 7/00** (2006.01)  
**C08K 3/04** (2006.01)  
**C08K 5/20** (2006.01)  
**H01B 1/24** (2006.01)  
**H01B 9/02** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.05.2006 E 06751838 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.12.2012 EP 1880395**

54 Título: **Composiciones de blindaje de cable desprendible mejoradas**

30 Prioridad:

**29.04.2005 US 117395**

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

**17.04.2013**

73 Titular/es:

**GENERAL CABLE TECHNOLOGIES  
CORPORATION (100.0%)  
4 TESSENER DRIVE  
HIGHLAND HEIGHTS KY 41076, US**

72 Inventor/es:

**EASTER, MARK, R.**

74 Agente/Representante:

**ARIAS SANZ, Juan**

**ES 2 401 157 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

Composiciones de blindaje de cable desprendible mejoradas

**Campo de la invención**

5 La invención se refiere a composiciones de blindaje aislante semiconductoras para cables para transporte de energía eléctrica con un polímero de base y un sistema de aditivos modificadores de la adhesión de dos componentes. La invención también se refiere al uso de estas composiciones de blindaje aislante semiconductoras para fabricar blindajes aislantes semiconductores para su uso en cables eléctricos, cables eléctricos fabricados a partir de estas composiciones y procedimientos de fabricación de cables eléctricos a partir de estas composiciones de blindaje aislante semiconductoras. Las composiciones de blindaje aislante semiconductoras de la invención se  
10 pueden usar como blindajes aislantes desprendibles en cables para transporte de energía, principalmente con cables de voltaje medio con un voltaje de aproximadamente 5 kV hasta aproximadamente 100 kV.

**Antecedentes de la invención**

En general, un cable para transporte de energía eléctrica aislado típico comprende uno o más conductores en un núcleo de cable que está rodeado por varias capas de materiales poliméricos que incluyen una capa de blindaje  
15 semiconductor interior (blindaje de torón o conductor), una capa aislante, una capa de blindaje semiconductor exterior (blindaje aislante), un blindaje de cinta o alambre metálico usado como la fase de puesta a tierra y una camisa protectora. Con frecuencia, se incorporan capas adicionales dentro de esta construcción tales como materiales impermeables a la humedad. La invención se refiere a la capa de blindaje aislante semiconductor exterior, es decir, el blindaje aislante, y a cables fabricados con el blindaje aislante semiconductor exterior de acuerdo con la  
20 invención.

En general, los blindajes aislantes dieléctricos semiconductores se pueden clasificar en dos tipos distintos, siendo el primer tipo un tipo en el que el blindaje dieléctrico está unido firmemente al aislante polimérico de forma que sólo se puede desprender el blindaje dieléctrico usando una herramienta de corte que retire el blindaje dieléctrico sólo con  
25 parte del aislante del cable. Este tipo de blindaje dieléctrico lo prefieren las empresas que creen que esta adhesión reduce al mínimo el riesgo de avería eléctrica en la interfaz del blindaje y el aislante. El segundo tipo de blindaje dieléctrico es el blindaje dieléctrico "desprendible" en el que el blindaje dieléctrico tiene una adhesión definida, limitada, al aislante de forma que el blindaje desprendible se puede separar despegándolo de forma limpia del aislante sin eliminar nada de aislante. Las composiciones de blindaje desprendible actuales para su uso sobre  
30 materiales aislantes seleccionados de polietileno, polietilenos reticulados o una de las gomas de copolímero de etileno tales como goma de etileno-propileno (EPR) o terpolímero de etileno-propileno dieno (EPDM) se basan habitualmente en una resina de base de copolímero de etileno-acetato de vinilo (EVA) que se hace conductora con una cantidad y tipo adecuados de negro de carbón.

Se han descrito formulaciones de blindaje desprendible de EVA y gomas de nitrilo por Ongchin, en las patentes de EE. UU. N.º 4.286.023 y 4.246.142; Burns *et al.* en la solicitud EP N.º 0.420.271B, Kakizaki *et al.* en la patente en EE.  
35 UU. N.º 4.412.938 y Janssun, en la patente de EE. UU. N.º 4.226.823. Un problema con estas formulaciones de blindaje desprendible de EVA y goma de nitrilo es que los EVA necesarios para esta formulación tienen un contenido en acetato de vinilo relativamente alto para conseguir el nivel de adhesión deseado con la consecuencia de que las formulaciones son más gomosas de lo deseado para una extrusión a alta velocidad de un cable eléctrico comercial.

También se han propuesto aditivos de ajuste de la adhesión alternativos para su uso con EVA, por ejemplo, hidrocarburos alifáticos cerosos (Watanabe *et al.* en la patente de EE. UU. N.º 4.933.107); polietileno de bajo peso molecular (Burns Jr., en la patente de EE. UU. N.º 4.150.193); aceites de silicona, gomas y copolímeros de bloque que son líquidos a temperatura ambiente (Taniguchi *et al.* en la patente de EE. UU. N.º 4.493.787); polietileno clorosulfonado, gomas de etileno-propileno, policloropreno, goma de estireno-butadieno y caucho natural. Sin embargo, los únicos aditivos de ajuste de la adhesión que parecen haber encontrado aceptación comercial han sido  
40 las ceras de parafina.

La patente de EE. UU. N.º 6.284.374 de Yamazaki, *et al.* divulga una composición polimérica multicomponente para su uso en blindajes semiconductores desprendibles adecuados para cable y alambre aislados con poliolefina reticulada por injerto de silano/reticulación con agua. El principal componente polimérico de la composición está compuesto principalmente por un copolímero de etileno/ acetato de vinilo con un peso molecular promedio en peso  
50 no inferior a 300.000.

Las patentes de EE. UU. 6.274.066 y 6.013.202 de cesión común divulgan un blindaje semiconductor desprendible fabricado a partir de un polímero de base y un aditivo modificador de la adhesión.

La solicitud de patente publicada de EE. UU. 2004/0217329A1 de Easter divulga un polímero de base de dos componentes junto con aditivos de ajuste de la adhesión.

55 El documento WO 2004/088674 A1 de Person divulga un blindaje semiconductor desprendible fabricado a partir de un polímero de base que es un polímero blando y un polímero duro.

Se ha propuesto el uso de aditivos de ceras de amida en un blindaje de conductor en la patente de EE. UU. N.º 6.491.849 de Easter de cesión común para mejorar las características de envejecimiento del cable eléctrico.

5 En la fabricación de cantidades comerciales de cable eléctrico, se consideran avances significativos en la técnica las mejoras de coste menor en composiciones poliméricas donde la composición resultante y/o el cable que emplea la composición tienen propiedades físicas o eléctricas aceptables. Esto se debe a que el entorno competitivo impone grandes demandas sobre el precio del producto, así como su comportamiento y durabilidad. Una mejora que no sólo reduzca el coste sino que mejore las propiedades se considera extremadamente significativa, ya que tiene un impacto positivo tanto en el coste como en la calidad.

10 Sería deseable desarrollar composiciones de blindaje aislante semiconductor desprendible más fáciles de combinar, de menor coste. Otras propuestas requieren procedimientos de combinación más complicados o aditivos que son, en promedio, el doble de caros que los polímeros de base cuando se usan para conseguir una adhesión y/o una desprendibilidad más bajas.

15 Se propone un sistema de aditivos modificadores de la adhesión de dos componentes novedoso para blindajes aislantes desprendibles que proporciona resultados de adhesión notables al mismo tiempo que mejora el coste con respecto a sistemas anteriores.

### Sumario de la invención

La invención proporciona un material de blindaje aislante con comportamiento mejorado sin la necesidad de aditivos caros, formulaciones poliméricas complejas o negro de carbón preparado especialmente.

20 La invención también proporciona una composición semiconductor para su uso como capa de blindaje aislante semiconductor desprendible en contacto con la superficie exterior de una capa aislante de alambre y cable, comprendiendo la composición un polímero de base con un peso molecular de promedio en peso no superior a 200.000 y un sistema de aditivos modificadores de la adhesión que comprende al menos dos componentes, siendo cada uno de dichos componentes del sistema de aditivos modificadores de la adhesión diferente de dicho polímero de base, comprendiendo dicho primer componente una cera de hidrocarburo o una cera de etileno acetato de vinilo y comprendiendo dicho segundo componente una cera de amida; y un negro de carbón conductor.

30 En realizaciones de la invención el polímero de base se selecciona del grupo que consiste en copolímeros de etileno acetato de vinilo, copolímeros de etileno acrilato de alquilo en los que el grupo alquilo se selecciona de entre hidrocarburos de C1 a C6, copolímeros de etileno metacrilato de alquilo en los que el grupo alquilo se selecciona de entre hidrocarburos de C1 a C6 y terpolímeros de etileno acrilato de alquilo metacrilato de alquilo en los que el grupo alquilo se selecciona independientemente de entre hidrocarburos de C1 a C6, y mezclas de los mismos. Preferentemente el polímero de base comprende copolímero de etileno acetato de vinilo que tiene de aproximadamente el 28 % hasta aproximadamente el 40 % de acetato de vinilo.

35 En realizaciones preferentes de la invención el primer componente del sistema de aditivos modificadores de la adhesión es una cera de etileno acetato de vinilo que tiene un contenido en acetato de vinilo de desde aproximadamente el 10 % hasta aproximadamente el 20 % de aceto de vinilo.

La cera de amida se puede seleccionar de entre estearamida, oleamida, erucamida, bis-estearamida de etileno, bis-oleamida de etileno, bis-erucamida de etileno, behenamida y mezclas de las mismas.

También se proporciona un cable conductor eléctrico que utiliza el blindaje aislante de acuerdo con la invención.

### Descripción detallada de la invención

40 Los aislantes eléctricos convencionales usados en cables de voltaje medio incluyen polietilenos, polietilenos reticulados (XLPE), gomas de etileno-propileno y gomas de etileno propileno dieno (gomas EPDM). Se pretende que el término polietileno incluya tanto polímeros como copolímeros en los que el etileno sea el componente principal, lo que incluiría, por ejemplo, metaloceno o etilenos catalizados en un solo sitio que están copolimerizados con olefinas superiores.

45 Los polímeros (distintos de los descritos a continuación para su uso en la composición semiconductor para su uso como capa de blindaje aislante semiconductor desprendible de acuerdo con la invención) utilizados en las capas de camisa protectora, aislantes, conductoras o semiconductoras de los cables de la invención se pueden fabricar mediante cualquier procedimiento adecuado que permita la obtención del polímero deseado con las propiedades de resistencia física, propiedades eléctricas, retardancia de ramificación y temperatura de fusión deseadas para su procesabilidad.

50 Los blindajes aislantes semiconductores desprendibles de la invención comprenden un polímero de base, un sistema de aditivos modificadores de la adhesión de dos componentes y negros de carbón conductores. Los negros de carbón conductores se añaden en una cantidad suficiente para hacer disminuir la resistividad eléctrica hasta menos de 550 ohmios-metro. Preferentemente la resistividad del blindaje semiconductor es de menos de aproximadamente

250 ohmios-metro e incluso más preferentemente de menos de aproximadamente 100 ohmios-metro.

### Polímeros de blindaje

La invención proporciona una composición de resina semiconductora para su uso como capa semiconductora en contacto con una capa aislante de alambre y cable. La composición de resina comprende de aproximadamente el 40 hasta aproximadamente el 85 por ciento en peso, basado en el peso de la composición de resina semiconductora, de un polímero de base.

El polímero de base tiene un peso molecular promedio en peso no superior a 200.000, preferentemente no superior a 150.000 y más preferentemente no superior a 100.000.

Se puede seleccionar el polímero de base de entre copolímeros de etileno acetato de vinilo, copolímeros de etileno acrilato de alquilo en los que el grupo alquilo se selecciona de entre hidrocarburos de C1 a C6, copolímeros de etileno metacrilato de alquilo en los que el grupo alquilo se selecciona de entre hidrocarburos de C1 a C6 y terpolímeros de etileno acrilato de alquilo metacrilato de alquilo en los que el grupo alquilo se selecciona independientemente de entre hidrocarburos de C1 a C6.

El copolímero de etileno acetato de vinilo usado en el polímero de base puede ser cualquier copolímero de EVA con las siguientes propiedades: la capacidad de aceptar grandes cargas de carga de carbón conductor, elongación del 150 al 250 por ciento y suficiente resistencia de fusión para mantener su forma después de su extrusión. Se conocen copolímeros de EVA con concentraciones de acetato de vinilo superiores a aproximadamente el 25 por ciento e inferiores a aproximadamente el 45 por ciento con estas propiedades. En consecuencia, los copolímeros de EVA de acuerdo con la invención pueden tener un intervalo de porcentaje de acetato de vinilo de aproximadamente el 25 al 45 por ciento. Un copolímero de EVA preferente tendrá un intervalo de porcentaje de acetato de vinilo de aproximadamente el 25 al 40 por ciento y un copolímero de EVA aún más preferente tendrá un porcentaje de acetato de vinilo de aproximadamente el 28 al 40 por ciento, lo más preferentemente de aproximadamente el 28 a aproximadamente el 33 por ciento.

Los copolímeros de etileno acrilato de alquilo usados en el polímero de base pueden ser cualquier copolímero de etileno acrilato de alquilo con las siguientes propiedades: la capacidad de aceptar grandes cargas de carga de carbón conductor, elongación del 150 al 250 por ciento y suficiente resistencia de fusión para mantener su forma después de su extrusión. El grupo alquilo puede ser cualquier grupo alquilo seleccionado de entre los hidrocarburos de C1 a C6, preferentemente los hidrocarburos de C1 a C4 y aún más preferentemente, metilo. Algunos copolímeros de etileno acrilato de alquilo con niveles de acrilato de alquilo superiores a aproximadamente el 25 por ciento e inferiores a aproximadamente el 45 por ciento tienen estas propiedades. Los copolímeros de acrilato de etileno alquilo pueden tener un intervalo de porcentaje de acrilato de alquilo de aproximadamente el 25 al 45 por ciento. Un copolímero de etileno acrilato de alquilo preferido tendrá un intervalo de porcentaje de acrilato de alquilo de aproximadamente el 28 al 40 por ciento y un copolímero de etileno acrilato de alquilo aún más preferido tendrá un porcentaje de acrilato de alquilo de aproximadamente el 28 al 33 por ciento. El copolímero de etileno acrilato de alquilo usado en el polímero de base tiene un peso molecular promedio en peso no superior a 200.000, preferentemente no superior a 150.000 y más preferentemente no superior a 100.000.

Los copolímeros de etileno metacrilato de alquilo usados en el polímero de base pueden ser cualquier copolímero de etileno metacrilato de alquilo con las siguientes propiedades: la capacidad de aceptar grandes cargas de carga de carbón conductor, elongación del 150 al 250 por ciento y suficiente resistencia de fusión para mantener su forma después de su extrusión. El grupo alquilo puede ser cualquier grupo alquilo seleccionado de entre los hidrocarburos de C1 a C6, preferentemente los hidrocarburos de C1 a C4 y aún más preferentemente, metilo. Algunos copolímeros de etileno metacrilato de alquilo con concentraciones de metacrilato de alquilo superiores a aproximadamente el 25 por ciento e inferiores a aproximadamente el 45 por ciento tienen estas propiedades. Los copolímeros de etileno metacrilato de alquilo pueden tener un intervalo de porcentaje de metacrilato de alquilo de aproximadamente el 25 al 45 por ciento. Un copolímero de etileno metacrilato de alquilo preferido tendrá un intervalo de porcentaje de metacrilato de alquilo de aproximadamente el 28 al 40 por ciento y un copolímero de etileno metacrilato de alquilo aún más preferido tendrá un porcentaje de metacrilato de alquilo de aproximadamente el 28 al 33 por ciento.

Los copolímeros ternarios de etileno con acrilatos de alquilo y metacrilatos de alquilo usados en el polímero de base pueden ser cualquier copolímero ternario adecuado con las siguientes propiedades: la capacidad de aceptar grandes cargas de carga de carbón conductor, elongación del 150 al 250 por ciento y suficiente resistencia de fusión para mantener su forma después de su extrusión. El grupo alquilo puede ser cualquier grupo alquilo seleccionado independientemente de entre los hidrocarburos de C1 a C6, preferentemente los hidrocarburos de C1 a C4 y aún más preferentemente, metilo. Habitualmente, un copolímero ternario será de forma predominante un acrilato de alquilo con una porción pequeña de metacrilato de alquilo o un metacrilato de alquilo con una porción pequeña de acrilato de alquilo. Las proporciones de acrilato de alquilo y metacrilato de alquilo frente a etileno serán aproximadamente las mismas que las proporciones descritas para los copolímeros de etileno acrilato de alquilo o para los copolímeros de etileno metacrilato de alquilo, así como los intervalos de peso molecular descritos para etileno acrilato de alquilo y etileno metacrilato de alquilo.

El sistema de aditivos modificadores de la adhesión comprende al menos dos componentes, siendo cada uno de los componentes del sistema de aditivos modificadores de la adhesión diferente del polímero de base. El primer componente comprende una cera de hidrocarburo o una cera de etileno acetato de vinilo y el segundo componente comprende una cera de amida.

- 5 En las patentes de EE. UU. N.º 6.274.066 y 6.402.993 de cesión común se divulgan ceras de hidrocarburo y ceras de etileno acetato de vinilo adecuadas. El documento EP0334992 de Watanabe y la patente de EE. UU. N.º 4.150.193 de Burns también divulgan ceras de hidrocarburo y ceras de etileno acetato de vinilo adecuadas para su uso en la invención. En realizaciones preferidas, el sistema de aditivos modificadores de la adhesión de la composición semiconductora tiene una cera de etileno acetato de vinilo con un contenido en acetato de vinilo de desde aproximadamente el 10 % hasta aproximadamente el 20 % de acetato de vinilo, más preferentemente de aproximadamente el 14 % y lo más preferentemente de aproximadamente el 11 %. Una de las ventajas de la invención es que se puede reemplazar la cera de acetato de vinilo al 14 % más cara con la cera de acetato de vinilo al 11 % menos cara (en combinación con el componente aditivo de cera de amida) manteniendo al mismo tiempo su comportamiento. En otras realizaciones preferidas el primer componente aditivo es una cera de etileno acetato de vinilo (EVA) y tiene un peso molecular de desde aproximadamente 15.000 dalton hasta aproximadamente 40.000 dalton y un contenido en acetato de vinilo de desde aproximadamente el 2 % hasta aproximadamente el 28 %, preferentemente desde aproximadamente el 10 % hasta aproximadamente el 20 %. En otras realizaciones preferidas, la cera de EVA tiene un peso molecular de desde aproximadamente 15.000 dalton hasta aproximadamente 30.000 dalton y un contenido en acetato de vinilo de desde aproximadamente el 12 % hasta aproximadamente el 15 %.

La cera de etileno acetato de vinilo o la cera de hidrocarburo es de aproximadamente el 0,5 hasta aproximadamente el 5 por ciento en peso, basado en el peso de la composición semiconductora, preferentemente de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 3 por ciento en peso, basado en el peso de composición semiconductora. También se pueden usar mezclas de ceras de etileno acetato de vinilo y/o ceras de hidrocarburo.

- 25 La cera de amida es de aproximadamente el 0,5 hasta aproximadamente el 5 por ciento en peso, basado en el peso de la composición semiconductora, preferentemente de aproximadamente el 1 a aproximadamente el 3 por ciento en peso, basado en el peso de composición semiconductora. También se pueden usar mezclas de ceras de amida.

- 30 La presente invención se basa en el descubrimiento de que determinadas ceras en combinación producen una composición de blindaje que tiene una desprendibilidad potenciada. Las ceras de amida de la invención, es decir, el segundo componente del sistema de aditivos, se seleccionan de entre estearamida, oleamida, erucamida, bis-estearamida de etileno, bis-oleamida de etileno, bis-erucamida de etileno, behenamida, palmitamida de oleilo, y mezclas de las mismas. Se prefieren erucamidas refinadas, oleamidas refinadas, bis-estearamida de etileno y mezclas de bis-estearamida de etileno y bis-oleamida de etileno.

- 35 En la presente invención, se añade negro de carbón convencional, disponible comercialmente, a las composiciones poliméricas para impartir propiedades semiconductoras a la composición. El negro de carbón añadido al polímero puede ser uno de los diversos negros de carbón convencionales disponibles, incluido carbón finamente dividido tal como negro de lámpara, negro de horno o negro de acetileno, es decir, negro de carbón preparado pirolizando acetileno. Se puede usar negro de Ketjin en las composiciones de la invención, así como muchas de las calidades de negro de carbón comerciales descritas en ASTM D 1765 98b, por ejemplo, N351, N293 y N550. Preferentemente, para evitar problemas relacionados con el polvo de negro de carbón, se noduliza el negro de carbón, aunque también se puede usar con el mismo éxito negro de carbón no nodulizado, tal como en su forma de polvo suelto. En general, el negro de carbón está presente en la cantidad de desde aproximadamente el 0,1 % hasta aproximadamente el 65 % en peso de la composición polimérica. Preferentemente el negro de carbón está presente en una cantidad de desde aproximadamente el 10 % hasta aproximadamente el 50 % en peso, basado en el peso de la composición total.

- 45 Se ha sugerido una enorme cantidad de compuestos para su uso como aditivos en composiciones de blindaje semiconductoras. Típicamente, estos compuestos pertenecen a la categoría de antioxidantes, agentes de curado, agentes vulcanizantes, agentes reticuladores, impulsores y retardantes, ayudas de procesamiento, pigmentos, tintes, colorantes, cargas, agentes de acoplamiento, estabilizantes o absorbentes de ultravioleta, agentes antiestáticos, agentes de nucleación, agentes deslizantes, plastificantes, lubricantes, agentes de control de la viscosidad, adherentes, agentes antibloqueo, tensioactivos, aceites diluyentes, desactivadores ácidos y desactivadores metálicos.

- 55 Todos los componentes de las composiciones utilizadas en la invención se suelen mezclar o combinar antes de su introducción en un dispositivo de extrusión desde el que se van a extrudir sobre un conductor eléctrico. El polímero y los demás aditivos y cargas se pueden mezclar mediante cualquiera de las técnicas usadas en la técnica para mezclar y combinar estas mezclas en masas homogéneas. Por ejemplo, los componentes se pueden fundir en una variedad de aparatos, incluidos molinos multi-rodillo, molinos de tornillo, mezcladoras continuas, extrusoras de combinación y mezcladoras Banbury.

Una vez que los diversos componentes de la composición están mezclados y combinados uniformemente, se

procesan adicionalmente para fabricar los cables de la invención. Se conocen bien procedimientos de la técnica anterior para fabricar cable y alambre aislados con polímero, y la fabricación del cable de la invención se puede llevar a cabo, en general, mediante cualquiera de los diversos procedimientos de extrusión.

5 En un procedimiento de producción típico de, por ejemplo, una capa aislante reticulada de peróxido de un cable, se hace pasar un núcleo conductor calentado (opcionalmente) que se va a recubrir a través de una boquilla de extrusión calentada, en general una boquilla de cruceta, en la que se aplica una capa del polímero fundido al núcleo conductor. Tras salir por la boquilla, el núcleo conductor con la capa de polímero aplicada se hace pasar a través de una sección de vulcanización calentada, o sección de vulcanización continua, donde se reticulan completamente en un tiempo corto, y después una sección de enfriamiento, en general un baño de enfriamiento alargado, para enfriar.

10 Se pueden aplicar varias capas de polímero mediante etapas de extrusión consecutivas en las que se añade una capa adicional en cada etapa, o con el tipo de boquilla apropiado, se pueden aplicar varias capas de polímero simultáneamente. El blindaje semiconductor, la capa aislante y el blindaje semiconductor desprendible se hacen pasar después a través de una sección de vulcanización calentada, o sección de vulcanización continua, donde se reticulan las tres capas simultáneamente y después una sección de enfriamiento, en general un baño de enfriamiento alargado, para enfriar. La sección de vulcanización se calienta tanto como sea posible sin descomponer

15 térmicamente las capas de polímero del cable.

En otros procedimientos de producción para producir una capa aislante reticulada de peróxido de un cable, se hacen pasar el núcleo extrudido y las capas de polímero a través de un baño de sal calentado o una sección de haz de electrones donde se reticulan las tres capas simultáneamente. En otro procedimiento más, se hacen pasar el núcleo extrudido y las capas de polímero a través de un baño de plomo calentado o se extruye plomo calentado sobre el núcleo y la energía térmica del plomo cura el cable en un tiempo corto.

20

En contraste, típicamente, los cables reticulados con humedad se extruyen directamente en un paso de enfriamiento alargado y se enfrían en un estado no reticulado. El procedimiento usado es el mismo que el de producción de un cable termoplástico que es no reticulado. El cable reticulado con humedad se dispone después en un baño de agua caliente o en una fuente de vapor, denominada a veces "sauna", donde se cura lentamente con el tiempo. La velocidad de curado depende del grosor y la permeabilidad a la humedad de las capas del cable y del tipo de catalizador usado y puede variar desde varias horas hasta varios días. Aunque el calor aumenta ligeramente la velocidad a la que el agua penetra en el cable, la temperatura se debe mantener por debajo del punto de fusión de la capa exterior del cable para evitar que se ablande y se pegue a sí mismo. Debido a esta humedad, el curado no es deseable para cables de voltaje superior que requieren capas más gruesas de aislante. El número de depósitos de agua o saunas necesarios se hace demasiado grande.

25

30

En general, el conductor de la invención puede comprender cualquier material conductor eléctrico adecuado, aunque en general se utilizan metales conductores eléctricos. Preferentemente, los metales utilizados son cobre o aluminio. En la transmisión de energía, se prefiere, en general, cable de conductor de aluminio/refuerzo de acero (ACSR), cable de conductor de aluminio/refuerzo de aluminio (ACAR) o cable de aluminio.

35

El peso molecular promedio en peso se puede medir por dispersión de luz o por otros medios convencionales. El peso molecular promedio en número se puede medir por osmometría o por otros medios convencionales. El punto de fusión se puede medir basándose en el punto de fusión determinado a partir de un pico de fusión de cristal obtenido usando un calorímetro de barrido diferencial o por otros medios convencionales.

#### 40 **Parte experimental**

Las composiciones descritas en los ejemplos se prepararon mediante el procedimiento descrito a continuación y se formaron con ellas placas moldeadas que median 150 mm cuadrados por 2 mm de grosor, siendo una cara placas que median 150 mm cuadrados por 2 mm de grosor, estando una cara unida a un bloque de XLPE de las mismas dimensiones y curándose las dos composiciones juntas en la prensa durante 20 minutos a 180 °C. En cada caso se midió la adhesión mediante las pruebas de resistencia a la separación detalladas a continuación. También figura a continuación la identificación de ingredientes.

45

Se prepararon lotes de aproximadamente 1350 g (3,3 lb) de cada composición usando una mezcladora modelo Farrell de BR Banbury con una capacidad de 1,57 l. Se añadieron todos los ingredientes a la mezcladora Banbury y se bajó el pisón. Después, se mezclaron durante dos minutos en la configuración de velocidad media. Se descargó la mezcla, se molió en una lámina plana y se moldeó inmediatamente.

50

Se probaron muestras de placas cortando completamente a través del grosor de la capa de la composición de blindaje experimental en líneas paralelas para definir una banda de 12,5 mm (1/2 pulgada) de ancho; se levantó un extremo y se giró hacia atrás 180 ° para extenderlo a lo largo de la superficie de la porción que seguía adherida y se midió la fuerza necesaria para separarlo a una velocidad de 0,0085 m/s (20 pulgadas/min); se calculó la resistencia a la separación en newton por 1,28 cm (libras por 1/2 pulgada).

55

#### **Resultados**

Los ejemplos comparativos de A a G mostrados en la tabla I son los resultados de adhesión sobre placas para

composiciones que o no tienen ningún aditivo modificador de la adhesión (A) o que tienen un único tipo de aditivo modificador de la adhesión, tal como una cera de EVA (B y C), una cera de amida (D, E y G) o una combinación de dos ceras de amida (F). También se puede observar que la cera de EVA al 14 % proporciona los mejores resultados en la tabla I, aunque como se indica anteriormente, la cera de EVA al 14 % es un material caro.

5 Tabla I

Ejemplos comparativos sobre placas

FORMULACIÓN	Punto de fusión de pico en CDB (DSC) C	Color de Gardner	A	B	C	D	E	F	G
EVA VA al 33 % 33 Mi			62	58	58	59,0	59,0	59,0	59,0
Negro de carbón N550			37	37	37	37,0	37,00	37,00	37,00
Cera EVA al 11 %				4					
Cera EVA al 14 %					4				
Estearato de Zn			0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Antioxidante de trimetilquinolina			0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Erucamida de estearilo	70-75	5				3,0			
Erucamida refinada	78-81	2							3,0
Bis-oleamida de etileno	115-125	10						1,5	
Oleamida refinada	70-73	2							
Bis-estearamida de etileno	140-145	5					3,0	1,5	
Peróxido de tercbutil cumilo		5	1	1	1	1	1	1	1
TOTAL			101	101	101	101	101	101	101
<b>Adhesión por 1,28 cm (1/2 pulgada)</b>			<b>80,0 (18,0)</b>	<b>53,4 (12,0)</b>	<b>35,6 (8,0)</b>	<b>59,2 (13,3)</b>	<b>38,7 (8,71)</b>	<b>48,0 (10,8)</b>	<b>52,5 (11,8)</b>

Los ejemplos 1 a 8 mostrados en la tabla II son los resultados de adhesión sobre placas para composiciones de acuerdo con la invención. En todos los casos, la invención es una mejora tanto con respecto al comportamiento del aditivo modificador de la adhesión de un único tipo de la técnica anterior como una mejora con respecto al coste de los aditivos mejoradores de la adhesión de la técnica anterior.

10

Tabla II

Resultados de ejemplos sobre placas

FORMULACIÓN	Punto de fusión de pico en CDB (DSC) C	Color de Gardner	1	2	3	4	5	6	7	8
EVA VA al 33 % 33 Mi			55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,0	55,6
Negro de carbón N550			37,0	37,0	37,0	37,0	37,0	37,0	37,0	37,0
Cera EVA al 11 %			4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0
Estearato de Zn			0,5	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0,5
Antioxidante de trimetilquinolina			0,5	0,5	0,5	0	0,5	0,5	0,5	0,5
Erucamida de estearilo	70-75	5				3				
Erucamida refinada	78-81	2					3,0			
Bis-oleamida de etileno	115-125	10			3,0					1,5
Oleamida refinada	70-73	2	3,0							
Bis-estearamida de etileno	140-145	5		3,0					5,0	1,5
Palmitamida de oleílo	102-112	4						3,0		
Peróxido de tercbutil cumilo			1	1	1	1	1	1	1	1
TOTAL			101	101	101	101	101	101	101	101
<b>Adhesión por 1,28 cm (1/2 pulgada)</b>			<b>16,0 (3,6)</b>	<b>19,6 (4,4)</b>	<b>35,6 (8,0)</b>	<b>25,8 (5,8)</b>	<b>17,8 (4,0)</b>	<b>29,8 (6,7)</b>	<b>35,1 (7,9)</b>	<b>29,4 (6,6)</b>

15 Los ejemplos comparativos de H a K mostrados en la tabla III son los resultados de adhesión sobre placas para composiciones que tienen cera EVA como único tipo de aditivo modificador de la adhesión. Demuestran claramente

que aumentar la cantidad de un único tipo de aditivo modificador de la adhesión por encima del 2,5 por ciento en peso tiene muy poco o nada de efecto positivo. Además, a concentraciones del 10 por ciento en peso, el comportamiento disminuye considerablemente. Así, los ejemplos comparativos de H a K también muestran (al compararlos con la tabla II) que los aditivos desprendibles en dos partes de acuerdo con la invención tienen claramente un efecto sinérgico. En particular, la cantidad total de aditivo modificador de la adhesión de acuerdo con la invención para los ejemplos 1-6 y 8 es aproximadamente del 7 por ciento en peso, de la que aproximadamente el 4 por ciento en peso es cera de EVA al 11 %. Los resultados de adhesión para el aditivo modificador de la adhesión de acuerdo con la invención mejoran considerablemente al compararlos con las cantidades similares de cera de EVA al 11 % mostradas en la tabla III.

10 Tabla III

Ejemplos comparativos sobre placas

<b>FORMULACIÓN</b>	<b>H</b>	<b>I</b>	<b>J</b>	<b>K</b>
EVA VA al 33 % 33 Mi	59,5	57	54,5	52
Negro de carbón N351	37	37	37	37
Cera EVA al 11 %	2,5	5	7,5	10
Estearato de Zn	0,5	0,5	0,5	0,5
Antioxidante de trimetilquinolina	0,5	0,5	0,5	0,5
<b>Adhesión por 1,28 cm (1/2 pulgada)</b>	<b>46,7 (10,5)</b>	<b>44,5 (10)</b>	<b>42,3 (9,5)</b>	<b>66,7 (15)</b>

El ejemplo comparativo L de la tabla IV muestra los resultados de adhesión sobre cable para una composición que tiene una cera de EVA al 14 % cara. Los ejemplos 9 y 10 de la tabla IV muestran los resultados de adhesión sobre cables para composiciones de acuerdo con la invención. En todos los casos, la invención supera el comportamiento de los aditivos mejoradores de la adhesión de la técnica anterior.

15

Tabla IV

Resultados sobre cable

<b>FORMULACIÓN</b>	<b>L</b>	<b>9</b>	<b>10</b>
EVA VA al 33 % 33 Mi	58	57	55,5
Negro de carbón N550	37	37	37
Cera de EVA al 11 % Pm 15.000			4
Cera de EVA al 14% Pm 25.000	4	4	
Estearato de Zn	0,5	0,5	0,5
Antioxidante de trimetilquinolina	0,5	0,5	0,5
Bis-oleamida de etileno		0,5	1,25
Bis-estearamida de etileno		0,5	1,25
Peróxido de terbutil cumilo	1	1	1
<b>Adhesión por 1,28 cm (1/2 pulgada)</b>	<b>62,3 (14)</b>	<b>53,4 (12)</b>	<b>40,0 (9)</b>

20 Estos datos experimentales no son, en modo alguno, exhaustivos para las formulaciones posibles o resultados englobados por la invención. Por este motivo, se debería hacer referencia únicamente a las reivindicaciones adjuntas para los propósitos de determinar el verdadero alcance de la presente invención.

**REIVINDICACIONES**

1. Una composición semiconductor para su uso como capa de blindaje aislante semiconductor desprendible en contacto con la superficie más exterior de una capa aislante de alambre y cable, comprendiendo dicha composición,
  - 5 del 40 al 85 por ciento en peso, basado en el peso de la composición semiconductor, de un polímero de base con un peso molecular promedio en peso no superior a 200.000 y;
    - un sistema de aditivos modificadores de la adhesión que comprende al menos dos componentes, siendo cada uno de los componentes de dicho sistema de aditivos modificadores de la adhesión diferente de dicho polímero de base, comprendiendo dicho primer componente una cera de hidrocarburo o una cera de etileno acetato de vinilo y comprendiendo dicho segundo componente una cera de amida; y
    - 10 del 15 al 45 por ciento en peso, basado en el peso de la composición de resina semiconductor, de un negro de carbón conductor.
  2. La composición semiconductor de la reivindicación 1 en la que el polímero de base se selecciona del grupo que consiste en copolímeros de etileno acetato de vinilo, copolímeros de etileno acrilato de alquilo en los que el grupo alquilo se selecciona de entre hidrocarburos de C1 a C6, copolímeros de etileno metacrilato de alquilo en los que el grupo alquilo se selecciona de entre hidrocarburos de C1 a C6 y terpolímeros de etileno acrilato de alquilo metacrilato de alquilo en los que el grupo alquilo se selecciona independientemente de entre hidrocarburos de C1 a C6, y mezclas de los mismos.
  3. La composición semiconductor de la reivindicación 2 en la que el polímero de base comprende copolímero de etileno acetato de vinilo.
  - 20 4. La composición de resina semiconductor de la reivindicación 3 en la que dicho etileno acetato de vinilo tiene del 28 % al 40 % de acetato de vinilo.
  5. La composición semiconductor de la reivindicación 1 en la que el primer componente del sistema de aditivos modificadores de la adhesión es una cera de etileno acetato de vinilo que tiene un contenido en acetato de vinilo de desde el 10 % hasta el 20 % de aceto de vinilo.
  - 25 6. La composición semiconductor de la reivindicación 1 en la que dicha cera de amida se selecciona de entre estearamida, oleamida, erucamida, bis-estearamida de etileno, bis-oleamida de etileno, bis-erucamida de etileno, behenamida, palmitamida de oleilo, y mezclas de las mismas.
  7. La composición semiconductor de la reivindicación 1 en la que dicha cera de amida es del 0,5 al 5 por ciento en peso, basado en el peso de la composición semiconductor.
  - 30 8. La composición semiconductor de la reivindicación 1 en la que dicha cera de amida es del 1 al 3 por ciento en peso, basado en el peso de la composición semiconductor.
  9. La composición semiconductor de la reivindicación 1 en la que dicha cera de etileno acetato de vinilo es del 0,5 al 5 por ciento en peso, basado en el peso de la composición semiconductor.
  10. La composición semiconductor de la reivindicación 1 en la que dicha cera de etileno acetato de vinilo es del 1 al 3 por ciento en peso, basado en el peso de la composición semiconductor.
  - 35 11. Un cable conductor que comprende:
    - un núcleo conductor situado en el centro,
    - una capa aislante exterior a dicho núcleo conductor y
    - una capa de blindaje aislante semiconductor desprendible en contacto con la superficie más exterior de dicha capa aislante, comprendiendo dicha capa de blindaje aislante,
      - 40 del 40 al 85 por ciento en peso, basado en el peso de la composición semiconductor, de un polímero de base con un peso molecular promedio en peso no superior a 200.000 y;
        - un sistema de aditivos modificadores de la adhesión que comprende al menos dos componentes, siendo cada uno de los componentes de dicho sistema de aditivos modificadores de la adhesión diferente de dicho polímero de base, comprendiendo dicho primer componente una cera de hidrocarburo o una cera de etileno acetato de vinilo y comprendiendo dicho segundo componente una cera de amida; y
        - 45 del 15 al 45 por ciento en peso, basado en el peso de la composición de resina semiconductor, de un negro de carbón conductor.
  12. El cable conductor de la reivindicación 11 en el que el polímero de base se selecciona del grupo que consiste

- en copolímeros de etileno acetato de vinilo, copolímeros de etileno acrilato de alquilo en los que el grupo alquilo se selecciona de entre hidrocarburos de C1 a C6, copolímeros de etileno metacrilato de alquilo en los que el grupo alquilo se selecciona de entre hidrocarburos de C1 a C6 y terpolímeros de etileno acrilato de alquilo metacrilato de alquilo en los que el grupo alquilo se selecciona independientemente de entre hidrocarburos de C1 a C6, y mezclas de los mismos.
- 5
13. El cable conductor de la reivindicación 12 en el que el polímero de base comprende copolímero de etileno acetato de vinilo.
14. La composición de cable conductor de la reivindicación 13 en la que dicho etileno acetato de vinilo tiene del 28 % al 40 % de acetato de vinilo.
- 10
15. El cable conductor de la reivindicación 11 en la que el primer componente del sistema de aditivos modificadores de la adhesión es una cera de etileno acetato de vinilo que tiene un contenido en acetato de vinilo de desde el 10 % hasta el 20 % de aceto de vinilo.
- 15
16. El cable conductor de la reivindicación 11 en el que dicha cera de amida se selecciona de entre estearamida, oleamida, erucamida, bis-estearamida de etileno, bis-oleamida de etileno, bis-erucamida de etileno, behenamida, palmitamida de oleilo, y mezclas de las mismas.
17. El cable conductor de la reivindicación 11 en el que dicha cera de amida es del 0,5 al 5 por ciento en peso, basado en el peso de la composición semiconductora.
18. El cable conductor de la reivindicación 11 en el que dicha cera de amida es del 1 al 3 por ciento en peso, basado en el peso de la composición semiconductora.
- 20
19. El cable conductor de la reivindicación 11 en el que dicha cera de etileno acetato de vinilo es del 0,5 al 5 por ciento en peso, basado en el peso de la composición semiconductora.
20. El cable conductor de la reivindicación 11 en el que dicha cera de etileno acetato de vinilo es del 1 al 3 por ciento en peso, basado en el peso de la composición semiconductora.