

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 862 313**

51 Int. Cl.:

H01B 9/00 (2006.01)
H01B 7/00 (2006.01)
H01B 13/00 (2006.01)
H01B 3/30 (2006.01)
H01B 13/02 (2006.01)
H01B 7/295 (2006.01)
H01B 7/29 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.06.2017** **PCT/KR2017/006685**
87 Fecha y número de publicación internacional: **04.01.2018** **WO18004210**
96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.06.2017** **E 17820486 (3)**
97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **06.01.2021** **EP 3477662**

54 Título: **Cable de energía**

30 Prioridad:

28.06.2016 KR 20160081028
15.11.2016 KR 20160151691

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
07.10.2021

73 Titular/es:

LS CABLE & SYSTEM LTD. (100.0%)
(Hogye-dong) 127 LS-ro Dongan-gu
Anyang-si, Gyeonggi-do 431-848, KR

72 Inventor/es:

KIM, YOUNG-HO;
NAM, JIN-HO;
LEE, JAE-IK;
KWON, JUNG-JI y
YONG, DAE-UNG

74 Agente/Representante:

ELZABURU, S.L.P

ES 2 862 313 T3

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

DESCRIPCIÓN

Cable de energía

Campo técnico

- 5 La presente invención se refiere a un cable de energía. Más particularmente, la presente invención se refiere a un cable de energía que incluye una capa aislante formada por un material aislante que es ecológico y que tiene alta resistencia al calor y resistencia mecánica mientras exhibe alta flexibilidad, capacidad de flexión, resistencia al impacto, resistencia al frío, propiedades de instalación, trabajabilidad, etc., que están en una relación de compromiso con la resistencia al calor y la resistencia mecánica.

Antecedentes de la técnica

- 10 Un cable de energía general incluye un conductor y una capa aislante que cubre el conductor, y puede incluir además una capa semiconductor interior entre el conductor y la capa aislante, una capa semiconductor exterior que cubre la capa aislante y una capa de revestimiento que cubre la capa semiconductor exterior.

- Recientemente, a medida que aumenta la demanda de energía, se requiere el desarrollo de un cable de alta capacidad. Para ello, se necesita un material aislante para fabricar una capa aislante que tenga excelentes características mecánicas y eléctricas.

- 15 Convencionalmente, un polímero a base de poliolefina, tal como polietileno, un copolímero elastomérico de etileno/propileno (EPR) o un copolímero de etileno/propileno/dieno (EPDM), se reticula generalmente y se usa como resina base que constituye el material aislante. Esto se debe a que tal resina reticulada convencional mantiene una alta flexibilidad, una resistencia eléctrica y mecánica satisfactoria, etc. incluso a altas temperaturas.

- 20 Sin embargo, el polietileno reticulado (XLPE) o similar utilizado como resina base del material aislante está en forma reticulada y, por lo tanto, no es ecológico, ya que no se puede reciclar y debe desecharse por incineración cuando llega a su fin la vida útil de un cable que tiene una capa aislante formada por XLPE o similar.

- 25 Cuando se utiliza como material de la capa de revestimiento, el cloruro de polivinilo (PVC) es difícil de separar del XLPE del material aislante o similar, y no es ecológico ya que se generan materiales clorados tóxicos durante la incineración.

- Por el contrario, el polietileno de alta densidad no reticulado (HDPE) o el polietileno de baja densidad (LDPE) es ecológico ya que es reciclable cuando la vida útil de un cable que tiene una capa aislante formada por el mismo llega a su fin, pero es inferior al XLPE en términos de resistencia al calor. Por tanto, el HDPE o LDPE no reticulado solo se limita a ciertos fines debido a las bajas temperaturas de funcionamiento de los mismos.

- 30 Por lo tanto, como se describe en las publicaciones de patente coreanas abiertas a inspección pública Nos. 10-2014-0102408, 10-2014-0126993, y 10-2014-0128584, puede considerarse el uso, como resina base, de una resina de polipropileno que es un polímero ecológico que tiene un punto de fusión de 160°C o superior y, por lo tanto, tiene una alta resistencia al calor sin estar reticulado. Sin embargo, dado que la resina de polipropileno tiene una flexibilidad y capacidad de flexión insuficientes debido a su alta rigidez, la facilidad de uso de la instalación de un cable que tiene una capa aislante formada por la misma es baja y la resina de polipropileno sólo se limita a ciertos propósitos.

- 35 El documento KR 2013 0102773 A se refiere a un hilo de aluminio revestido de cobre, que comprende un conductor comprimido, un cable y un método de fabricación del conductor comprimido.

- 40 El documento KR 2014 0134836 A describe un cable de energía con un material aislante que es ecológico, excelente en resistencia al calor y resistencia mecánica, y excelente en flexibilidad, resistencia al impacto, resistencia al frío, resistencia al tendido, trabajabilidad y similares en compromiso con estas propiedades físicas.

Las figuras 1 y 2 ilustran esquemáticamente una sección transversal y una sección longitudinal de un cable de energía de la técnica relacionada al que se aplica una capa aislante que incluye una resina de polipropileno.

- 45 Como se ilustra en las figuras 1 y 2, el cable de energía de la técnica relacionada como se describe en las publicaciones de patente coreanas abiertas a inspección pública Nos. 10-2014-0102408, 10-2014-0126993, y 10-2014-0128584 incluye un conductor 1, una capa aislante interior que cubre el conductor 1, una capa aislante 3 que cubre la capa semiconductor interior 2 y que contiene una resina de polipropileno no reticulado como resina base, una capa semiconductor exterior 4 que cubre la capa 3 aislante, una capa de revestimiento 5 que cubre la capa semiconductor exterior 4, etc.

- 50 Aquí, para lograr un cable compacto con un diámetro exterior reducido, el conductor 1 puede ser un conductor trapezoidal que tiene una sección transversal circular, en el que una pluralidad de hilos, cada uno con una sección transversal en forma de trapecio, están dispuestos alrededor de un hilo circular en una dirección circunferencial del cable para formar una pluralidad de capas conductoras como se ilustra en las figuras 1 y 2, o puede ser un conductor comprimido circularmente en el que los conductores de todas las capas están comprimidos circularmente.

Además, las capas conductoras se trenzan alternadamente, es decir, se retuercen, en la dirección del eje S y en la dirección del eje Z en unidades de capas. Aquí, la compresión circular de los conductores se refiere a comprimir los conductores haciéndolos pasar a través de un troquel circular más pequeño que los diámetros exteriores del mismo fuera de los conductores cuando los conductores están trenzados, o colocar un rodillo semicircular cóncavo o similar encima y debajo de los conductores trenzados y aplicando presión a los mismos desde el exterior. Los conductores comprimidos circularmente se denominan conductores comprimidos circularmente.

Sin embargo, los hilos del conductor trapezoidal del cable de la técnica relacionada ilustrado en las figuras 1 y 2 o el conductor comprimido circularmente están dispuestos en contacto extremadamente estrecho entre ellos y, por lo tanto, se minimizan los espacios entre ellos, reduciendo así la flexibilidad del cable. Así, la flexibilidad total del cable se deteriora en gran medida debido a la baja flexibilidad del conductor, además de que la capa aislante formada por resina de polipropileno tiene poca flexibilidad. Por consiguiente, la viabilidad del embalaje, transporte o instalación del cable se reduce notablemente.

En el cable de la técnica relacionada ilustrado en las figuras 1 y 2, cuando se utiliza un conductor circular común sin comprimir en lugar del conductor trapezoidal o el conductor comprimido circularmente, las capas conductoras se retuercen alternadamente en la dirección del eje S o en la dirección del eje Z en unidades de capas y, por lo tanto, la resistencia total del conductor aumenta debido a áreas de contacto insuficientes entre las capas conductoras. Por tanto, es inevitable aumentar el diámetro exterior total del conductor para mantener la capacidad del cable.

Por consiguiente, es una necesidad urgente un cable de energía que es ecológico, económico de fabricar, tiene alta resistencia al calor y resistencia mecánica, y satisface la flexibilidad, la capacidad de flexión, la resistencia al impacto, la resistencia al frío, las propiedades de instalación, la trabajabilidad, etc., que están en una relación de compromiso con la alta resistencia al calor y la resistencia mecánica.

Descripción detallada de la invención

Problema técnico

La presente invención está dirigida a un cable de energía ecológico.

La presente invención también está dirigida a un cable de energía que satisfaga todas las características de resistencia al calor y resistencia mecánica, y flexibilidad, capacidad de flexión, resistencia al impacto, resistencia al frío, propiedades de instalación, trabajabilidad, etc., que están en una relación de compromiso con la resistencia al calor y la resistencia mecánica.

Solución técnica

Según un aspecto de la presente invención, se proporciona un cable de energía que comprende: un conductor trenzado que incluye una pluralidad de hilos; una capa semiconductor interior que cubre el conductor trenzado; y una capa aislante que cubre la capa semiconductor interior, en donde el conductor trenzado comprende una pluralidad de capas conductoras formadas disponiendo una pluralidad de hilos en una dirección circunferencial de un hilo central, la pluralidad de capas conductoras comprende: una capa conductora más exterior; y al menos una capa conductora interior dentro de la capa conductora más exterior, y la capa conductora interior no está deformada por compresión, y solo la capa conductora más exterior está comprimida circularmente como un todo.

Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona el cable de energía, en donde el factor de espacio del conductor trenzado es del 75 al 86%.

Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona el cable de energía, en donde el factor de espacio de la capa conductora más exterior es del 90% o más.

Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona el cable de energía, en donde la pluralidad de hilos incluidos en la capa conductora interior tiene una sección transversal circular, y la pluralidad de hilos incluidos en la capa conductora más exterior tiene una sección transversal deformada circular o cuadrada. I.

Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona el cable de energía, en donde la forma circular deformada comprende una forma trapezoidal curvada, una forma ovalada o una forma semicircular.

Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona el cable de energía, en donde la pluralidad de hilos incluidos en cada una de la pluralidad de capas conductoras está unidos o trenzados al ser retorcidos en la misma dirección.

Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona el cable de energía, en donde, si el conductor trenzado es un conductor de aluminio de la serie 1000 con un área de sección transversal nominal de 185 SQ, una carga máxima medida cuando el cable de energía se flexiona según a la cláusula 2.4.24 de la norma HD 605 S2 es de 1.500 N o menos.

Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona el cable de energía, en donde la capa aislante comprende polipropileno como resina base.

5 Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona el cable de energía, en donde la capa aislante comprende una resina termoplástica no reticulada en la que se mezclan una resina de polipropileno A y una resina heterofásica B en una relación en peso (A:B) de 3:7 o 6:4, en donde, en la resina heterofásica B, se dispersa un copolímero de propileno en una matriz de polipropileno.

Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona el cable de energía, en donde la resina de polipropileno A satisface todas las siguientes condiciones a) a i):

- a) una densidad de 0,87 a 0,92 g/cm³, medido según la norma ISO 11883;
- 10 b) un índice de flujo de fusión (MFR) de 1,7 a 1,9 g/10 min, medido bajo una carga de 2,16 kg y a 230°C según la norma ISO 1133;
- c) un módulo de tracción de 930 a 980 MPa, medido a una velocidad de tracción de 1 mm/min;
- d) un esfuerzo de tracción a la fluencia de 22 a 27 MPa, medida a una velocidad de tracción de 50 mm/min;
- 15 e) una deformación por tracción con un rendimiento del 13 al 15%, medida a una velocidad de tracción de 50 mm/min;
- f) una resistencia al impacto Charpy de 1,8 a 2,1 kJ/m² a 0°C y de 5,5 a 6,5 kJ/m² a 23°C;
- g) temperatura de distorsión por calor de 68 a 72°C, medida por debajo de 0,45 MPa;
- h) un punto de reblandecimiento Vicat de 131 a 136°C, medido a 50°C/h y 10 N según la norma A50; y
- i) dureza Shore D de 63 a 70, medida según la norma ISO 868.

20 Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona el cable de energía, en donde la resina heterofásica B satisface todas las siguientes condiciones a) a j):

- a) una densidad de 0,86 a 0,90 g/cm³, medida según la norma ISO 11883;
- b) un índice de flujo de fusión (MFR) de 0,1 a 1,0 g/10 min, medido bajo una carga de 2,16 kg y a 230°C según la norma ISO 1133;
- 25 c) un esfuerzo de tracción a la rotura de 10 MPa o más, medido a una velocidad de tracción de 50 mm/min;
- d) una deformación por tracción a la rotura del 13 al 15%, medida a una velocidad de tracción de 50 mm/min;
- e) resistencia a la flexión de 95 a 105 MPa;
- f) resistencia al impacto izod con muescas de 68 a 72 kJ/m² a -40°C;
- g) temperatura de distorsión por calor de 38 a 42°C, medida por debajo de 0,45 MPa;
- 30 h) un punto de reblandecimiento Vicat de 55 a 59°C, medido a 50°C/h y 10 N según la norma A50;
- i) dureza Shore D de 25 a 31, medida según la norma ISO 868; y
- j) un punto de fusión de 155 a 170°C.

35 Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona el cable de energía, en donde la resina de polipropileno A es un copolímero de propileno-etileno aleatorio que contiene un monómero de etileno en una cantidad de 1 a 5% en peso, basado en el peso total de monómeros, y la matriz de polipropileno incluida en la resina heterofásica B es un homopolímero de propileno.

40 Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona el cable de energía, en donde el copolímero de propileno incluido en la resina heterofásica B es una partícula de caucho de propileno-etileno (PER) que contiene un monómero de etileno en una cantidad de 20 a 50% en peso, basado en el peso total de monómeros, y con un tamaño de partícula de 1 µm o menos.

Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona el cable de energía, en donde el contenido del copolímero de propileno es del 60 al 80% en peso, basado en el peso total de la resina heterofásica B.

Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona el cable de energía, en donde la resina heterofásica B tiene una entalpía de fusión de 25 a 40 J/g, medida mediante una calorimetría diferencial de barrido (DSC).

Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona el cable de energía, en donde la capa aislante comprende además un agente de nucleación en una cantidad de 0,1 a 0,5 partes en peso, basado en 100 partes en peso de la resina termoplástica no reticulada, y la resina de polipropileno A tiene un tamaño de cristal de 1 a 10 μm .

5 Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona el cable de energía, en donde la capa aislante comprende además un aceite aislante en una cantidad de 1 a 10 partes en peso, basado en 100 partes en peso de la resina termoplástica no reticulada.

10 Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona el cable de energía, en donde la capa aislante comprende además uno o más de otros aditivos seleccionados del grupo que consiste en antioxidantes, coadyuvantes de impacto, estabilizadores térmicos, agentes de nucleación y captadores de ácidos, añadiéndose los otros aditivos en una cantidad del 0,001 al 10% en peso, basado en el peso total de la capa aislante.

Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona el cable de energía, en donde la resina termoplástica no reticulada tiene un punto de fusión T_m de 150 a 160°C y una entalpía de fusión de 30 a 80 J/g, midiéndose el punto de fusión T_m y la entalpía de fusión mediante un calorímetro de barrido diferencial (DSC).

15 Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona un cable de energía que comprende un conductor trenzado que incluye una pluralidad de hilos; una capa semiconductor interior que cubre el conductor trenzado; y una capa aislante que cubre la capa semiconductor interior, en donde el conductor trenzado comprende una pluralidad de capas conductoras formadas disponiendo una pluralidad de hilos en una dirección circunferencial de un hilo central, la pluralidad de capas conductoras comprende: una capa conductora más exterior; y al menos una capa conductora interior dentro de la capa conductora más exterior, y la capa conductora más exterior está comprimida circularmente como un todo, y al menos una de la al menos una capa conductora interior no está comprimida circularmente.

20 Según otro aspecto de la presente invención, se proporciona el cable de energía, en donde la capa aislante comprende polipropileno como resina base.

Efectos ventajosos

25 Se emplea un polímero de propileno no reticulado como material de una capa aislante en un cable de energía según la presente invención y, por tanto, el cable de energía es ecológico y presenta una alta resistencia al calor y resistencia mecánica.

30 Además, el cable de energía según la presente invención exhibe excelentes efectos para satisfacer toda la flexibilidad, capacidad de flexión, resistencia al impacto, resistencia al frío, propiedades de instalación, trabajabilidad, etc., aunque se le aplica una capa aislante formada por un polímero de propileno que tiene una alta rigidez debido a un nuevo diseño de una estructura conductora.

Descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista esquemática de una sección transversal de un ejemplo de un cable de energía según la técnica relacionada.

35 La figura 2 es una vista esquemática de una sección longitudinal del cable de energía según la técnica relacionada de la figura 1.

La figura 3 es una vista esquemática de una sección transversal de un cable de energía según una realización de la presente invención.

La figura 4 es una vista esquemática de una sección longitudinal del cable de energía de la figura 3.

40 La figura 5 es una vista esquemática de una sección transversal de un cable de energía según otra realización de la presente invención.

La figura 6 es un diagrama que ilustra esquemáticamente una condición para el cálculo de un factor de espacio de un conductor de un cable de energía según la presente invención.

La figura 7 es un diagrama que ilustra esquemáticamente una condición para el cálculo de un factor de espacio de un lado más exterior de un conductor de un cable de energía según la presente invención.

45 La figura 8 es una vista esquemática de una sección transversal de una capa semiconductor interior en un conductor trenzado formado uniendo cables conductores que tienen una sección transversal circular.

La figura 9 es un gráfico que muestra el resultado de realizar una prueba de flexión en muestras de cable de realizaciones de la presente invención, según la cláusula 2.4.24 de la norma HD 605 S2.

Modo de la invención

A continuación, se describirán en detalle realizaciones de ejemplo de la presente invención. La presente invención puede realizarse de muchas formas diferentes. Más bien, las realizaciones expuestas en el presente documento se proporcionan para que esta descripción sea minuciosa y completa, y transmita completamente el alcance de la invención a los expertos en la técnica. En toda la memoria, los mismos números de referencia representan los mismos elementos.

Las figuras 3 y 4 ilustran una sección transversal y una sección longitudinal de un cable de energía según una realización de la presente invención.

Como se ilustra en las figuras 3 y 4, el cable de energía según la presente invención incluye un conductor 10 formado por un material conductor como cobre o aluminio, una capa aislante 30 formada por un polímero aislante o similar, una capa conductora interior 20 que cubre el conductor 10, eliminando una capa de aire entre el conductor 10 y la capa aislante 30, y reduciendo la concentración del campo local, una capa semiconductor exterior 40 que blindo el cable y que permite que se aplique un campo eléctrico igual a la capa aislante 30, una capa de revestimiento 50 que protege el cable, etc.

Las dimensiones del conductor 10, la capa aislante 30, las capas semiconductoras 20 y 40, la capa de revestimiento 50, etc. pueden variar según el uso del cable, una tensión de transmisión o similar.

El conductor 10 puede ser un conductor formado retorciendo una pluralidad de hilos para mejorar la flexibilidad, capacidad de flexión, propiedades de instalación, manejabilidad, etc. del cable de energía, y particularmente incluye una pluralidad de capas conductoras formadas disponiendo una pluralidad de hilos alrededor de un hilo central en una dirección circunferencial del hilo central. En detalle, la pluralidad de capas conductoras puede incluir una capa conductora 12 más exterior y al menos una capa conductora interior 11 dentro de la capa conductora más exterior 12.

Aquí, una o más capas entre la al menos una capa conductora interior 11 no están comprimidas circularmente y, por tanto, los hilos incluidos en las mismas tienen una sección transversal circular. Por el contrario, algunas capas conductoras, incluida la capa conductora más exterior 12, se comprimen circularmente y, por lo tanto, las secciones transversales de los hilos incluidos en ellas se cambian a una forma circular o cuadrada deformada, por ejemplo, una forma trapezoidal curva, una forma ovalada, una forma semicircular, una forma poligonal o similar. Aquí, la forma trapezoidal curvada se refiere a una forma de abanico en donde se flexiona una forma trapezoidal de modo que los hilos se unen o se retuercen según una forma circular como se ilustra en la figura 5.

Cuando algunas capas conductoras, incluida la capa conductora más exterior 12, se comprimen en forma circular, se aplica una fuerza de compresión a los hilos incluidos en las capas no comprimidas dentro de las capas comprimidas. Dado que la mayor parte de la fuerza de compresión se aplica a las capas comprimidas y la fuerza restante se transmite a las capas no comprimidas a través de las capas comprimidas. Por consiguiente, la fuerza se debilita y, por lo tanto, los hilos de las capas sin comprimir se deforman ligeramente y, por lo tanto, se mantienen en una forma casi circular. Aquí, la forma circular no es una forma circular matemáticamente perfecta y debe entenderse que significa una forma circular cuando se ve en su totalidad de un vistazo. En la presente invención, se puede entender que el término "forma circular" incluye la primera y la última.

Dado que los hilos de las capas no comprimidas entre la al menos una capa conductora interior 11 tienen las secciones transversales circulares, existen espacios entre los hilos y, por lo tanto, un factor de espacio del conductor 10 puede ser del 75 al 86%, y preferiblemente del 80 al 86%. Por tanto, se puede compensar el deterioro de la flexibilidad, la capacidad de flexión, las propiedades de instalación, la trabajabilidad, etc. del cable de energía debido a la rigidez del polímero de propileno utilizado para formar la capa aislante del cable de energía. Aquí, como se ilustra en la figura 6, el factor de espacio del conductor 10 se refiere a una relación $(B/A \times 100)$ de la suma de las áreas de sección transversal de los hilos del conductor trenzado 10 (un área B de una región rayada del conductor trenzado 10 que es un diagrama de la derecha ilustrado en la figura 6) a un área de la sección transversal de un conductor 10' de un solo hilo (un área A de una región rayada de un conductor 10' de un solo hilo izquierdo ilustrado en la figura 6) que tiene un diámetro D que es el mismo que un diámetro exterior medio del conductor trenzado 10 formado por hilos. Aquí, el diámetro exterior medio del conductor trenzado 10 se refiere a un diámetro medio aritmético de un diámetro exterior más grande y un diámetro exterior más pequeño del conductor trenzado 10.

Cuando el factor de espacio del conductor trenzado 10 se reduce como se describió anteriormente, el diámetro exterior total del cable aumenta y, por lo tanto, la flexibilidad, etc. del cable puede deteriorarse hasta cierto punto. La presente invención se ha completado mejorando en primer lugar que un grado de aumento de la flexibilidad, debido a los espacios entre los hilos de las capas sin comprimir, es mayor que un grado de disminución de la flexibilidad debido a la reducción del factor de espacio. Este es un nuevo enfoque totalmente diferente del cable de energía de la técnica relacionada, en el que un material de capas del cable se reemplaza por un material más flexible o se reduce el grosor de un conductor o capas apiladas sobre el conductor para mejorar la flexibilidad.

Específicamente, aunque una capa aislante del cable de energía según la presente invención está formada por una composición que incluye una resina de polipropileno como resina base debido al diseño de un conductor como se describe anteriormente, la flexibilidad del cable de energía (una carga máxima requerida cuando se flexiona) era alta,

es decir, de alrededor de 1.500 N o menos, cuando se mide según la cláusula 2.4.24 de la norma HD 605 S2 con respecto a un cable de 12/20 kV con conductores de aluminio de la serie 1000 que tienen un área de sección transversal nominal de 185 SQ.

Los hilos de la capa conductora más exterior 12 se comprimen en la forma circular como un todo y, por lo tanto, las secciones transversales de los hilos más exteriores se deforman, reduciendo así los espacios entre los hilos. Por lo tanto, incluso cuando la capa semiconductora interior 20 se forma con un grosor delgado en una superficie exterior de la capa conductora más exterior 12, como se ilustra en la figura 3, la capa semiconductora interior 20 se forma con una forma circular que no tiene curvatura en su conjunto, de modo que se puede evitar un campo eléctrico no uniforme y una concentración de campo eléctrico local cuando se flexiona el cable de energía. Aquí, el factor de espacio de la capa conductora más exterior 12 puede ser del 90% o más, y preferiblemente del 93% o más. Como se ilustra en la figura 7, el factor de espacio de la capa conductora más exterior 12 se define como una relación ($B'/A' \times 100$) de la suma de las áreas de sección transversal de los cables de la capa conductora más exterior 12 (un área B' de una rayada región de un conductor trenzado derecho 10 ilustrado en la figura 7) a un área de sección transversal A' de una banda imaginaria en forma de rosquilla que tiene un diámetro exterior D y un diámetro interior d que son respectivamente iguales al diámetro exterior medio y al diámetro interior medio de la capa conductora más exterior 12. Aquí, el diámetro exterior medio de la capa conductora más exterior 12 se refiere a un diámetro exterior medio aritmético de un diámetro exterior más grande y un diámetro exterior más pequeño de la capa conductora más exterior 12, y el diámetro interior medio del diámetro de la capa conductora más exterior 12 se refiere a un diámetro interior medio aritmético de un diámetro interior más grande y un diámetro interior más pequeño de la capa conductora más exterior 12.

Como se ilustra en la figura 8, cuando los hilos incluidos en una capa conductora más exterior 120 no están comprimidos circularmente y, por lo tanto, tienen secciones transversales circulares como las de los hilos incluidos en una capa conductora interior 110, los espacios entre los hilos son grandes. Por tanto, cuando la capa semiconductora interior 200 se extruye sobre una superficie exterior de la capa conductora más exterior 120, la capa semiconductora interior 200 se forma llenando los espacios entre los hilos y, por tanto, no puede formarse con una forma circular como un todo. Por lo tanto, un campo eléctrico no uniforme y la concentración de campo eléctrico local no se reducen suficientemente por la capa semiconductora interior 200, y el grosor de la capa semiconductora interior 200 debe aumentarse para formar la capa semiconductora interior 200 con una forma circular como un todo. Sin embargo, en este caso, el diámetro exterior del cable de energía aumenta innecesariamente. Aquí, cuando el factor de espacio de la capa conductora más exterior 120 es menor del 90%, la capa conductora más exterior 120 puede no estar comprimida exactamente circularmente y, por lo tanto, no puede reducir suficientemente la concentración del campo eléctrico.

Además, como se describió anteriormente, cuando los espacios entre los cables de un conductor trenzado aumentan y, por lo tanto, el factor de espacio total del conductor trenzado disminuye, el área de contacto entre los cables del conductor es pequeña y la resistencia total del conductor del cable puede aumentar.

Para mejorar el problema, la pluralidad de capas conductoras incluidas en el conductor trenzado 10 puede formarse trenzándolas (retorciéndolas) en la misma dirección, es decir, la dirección del eje S o la dirección del eje Z.

Incluso si solo los conductores de una capa más exterior se comprimen circularmente y los hilos de una capa interior se mantienen con la forma original sin comprimirse circularmente, el área de contacto entre los hilos de los conductores intercapas se reduce y la resistencia del conductor aumenta relativamente cuando las capas conductoras se retuercen alternadamente en la dirección del eje S y en la dirección del eje Z en unidades de capas como en la técnica relacionada ilustrada en la figura 2. En la presente invención, dado que las direcciones en las que se trenzan las capas conductoras son las mismas y, por lo tanto, los hilos de los conductores entre capas pueden trenzarse en contacto continuo entre ellos, el área de contacto entre los cables del conductor de cada capa conductora aumenta y, por lo tanto, se puede compensar un aumento de la resistencia de la capa conductora interior 12 debido a un factor de espacio reducido de la misma. Aquí, si el factor de espacio del conductor 10 es del 86% o más, no se puede asegurar la flexibilidad del cable. Si cuando el factor de espacio del conductor 10 es del 75% o menos, la resistencia del conductor 10 aumenta y, por tanto, no se puede asegurar una resistencia satisfactoria del conductor 10 incluso cuando las capas conductoras están trenzadas en la misma dirección que se describe anteriormente. Por lo tanto, para reducir la resistencia a un nivel apropiado, es necesario aumentar el tamaño del conductor 10, pero la flexibilidad del mismo se deteriora y, por lo tanto, el cable es difícil de manipular en términos de aislamiento, transporte, etc., cuando el tamaño del conductor 10 es grande.

La capa aislante 30 del cable de energía según la presente invención puede incluir una resina termoplástica no reticulada en la que se mezclan (A) una resina de polipropileno y (B) una resina heterofásica en la que se dispersa un copolímero de propileno en una matriz de polipropileno.

La resina de polipropileno A puede incluir un homopolímero de propileno y/o un copolímero de propileno y, preferiblemente, el copolímero de propileno solo. El homopolímero de propileno se refiere a polipropileno formado por polimerización de propileno contenido en una cantidad de un 99% en peso o más, y preferiblemente un 99,5% en peso o más, basado en el peso total de monómeros.

El copolímero de propileno puede incluir propileno con etileno o α -olefina que tiene de 4 a 12 átomos de carbono, por ejemplo, un comonomero seleccionado de entre 1-buteno, 1-penteno, 4-metil-1-penteno, 1-hexeno, 1-octeno, 1-deceno, 1-dodeceno y una combinación de los mismos, y preferiblemente, un copolímero con etileno. Cuando se copolimerizan propileno y etileno, se exhibe una propiedad dura y flexible.

- 5 El copolímero de propileno puede incluir un copolímero de propileno aleatorio y/o un copolímero de propileno en bloque, preferiblemente, el copolímero de propileno aleatorio, y más preferiblemente, solo el copolímero de propileno aleatorio. El copolímero de propileno aleatorio se refiere a un copolímero de propileno formado al disponer alternadamente un monómero de propileno y otro monómero de olefina. El copolímero de propileno aleatorio es preferiblemente un copolímero de propileno aleatorio que incluye un monómero de etileno en una cantidad del 1 al 10% en peso, preferiblemente del 1 al 5% en peso, y más preferiblemente del 3 al 4% en peso, basado en el peso total de los monómeros.

- 15 El copolímero de propileno aleatorio tiene preferiblemente una densidad de 0,87 a 0,92 g/cm³ (medido según la norma ISO 11883), un índice de flujo de fusión (MFR) de 1,7 a 1,9 g/10 min (medido bajo una carga de 2,16 kg a 230°C según la norma ISO 1133), un módulo de tracción de 930 a 980 MPa (medido a una velocidad de tracción de 1 mm/min), un esfuerzo de tracción de 22 a 27 MPa (medido a una velocidad de tracción de 50 mm/min), una deformación por tracción de un 13 a un 15% (medida a una velocidad de tracción de 50 mm/min), una resistencia al impacto Charpy de 1,8 a 2,1 kJ/m² a 0°C, una resistencia al impacto Charpy de 5,5 a 6,5 kJ/m² a 23°C, una temperatura de deformación térmica de 68 a 72°C (medida por debajo de 0,45 MPa), un punto de reblandecimiento Vicat de 131 a 136°C (medido a 50°C/h y 10 N según la norma A50), y una dureza Shore D de 63 a 70 (medida según la norma ISO 868).

- 20 El copolímero de propileno aleatorio puede mejorar la resistencia mecánica, tal como la resistencia a la tracción, de la capa aislante 30 que se va a formar, es adecuado para un producto moldeado transparente debido a su alta transparencia, tiene una temperatura de cristalización T_c relativamente alta y, por lo tanto, acorta el tiempo de enfriamiento después de la extrusión de la capa aislante 30, mejorando así el rendimiento del cable y minimizando la contracción y deformabilidad térmica de la capa aislante 30, y es relativamente barato y, por tanto, reduce los costes de fabricación del cable.

La resina de polipropileno A puede tener un peso molecular medio polimerizan (M_w) de 200.000 a 450.000. Además, la resina de polipropileno A puede tener un punto de fusión T_m de 140 a 175°C (medido por un calorímetro de barrido diferencial (DSC)), una entalpía de fusión de 50 a 100 J/g (medida por el DSC) y resistencia a la flexión de 30 a 1.000 MPa, y preferiblemente de 60 a 1.000 MPa a temperatura ambiente (medida según la norma ASTM D790).

- 30 La resina de polipropileno A puede polimerizarse bajo un catalizador de Ziegler-Natta estereoespecífico general, un catalizador de metalloceno, un catalizador de geometría restrictiva, otros catalizadores organometálicos o de coordinación y, preferiblemente, un catalizador de Ziegler-Natta o un catalizador de metallocenos. Aquí, metalloceno es un nombre genérico de un bis(ciclopentadienil) metal que es un nuevo compuesto organometálico en donde el ciclopentadieno y un metal de transición están unidos en una estructura de sándwich. Una fórmula general de su estructura más simple es M (C₅H₅)₂ (aquí, M representa Ti, V, Cr, Fe, Co, Ni, Ru, Zr, Hf o similares). El polipropileno polimerizado bajo el catalizador de metalloceno tiene una baja cantidad de catalizador residual de aproximadamente 200 a 700 ppm y, por tanto, el deterioro de las características eléctricas de una composición aislante que contiene polipropileno puede suprimirse o minimizarse debido a la baja cantidad de catalizador residual.

- 40 Aunque la resina de polipropileno A está en forma no reticulada, la resina de polipropileno A presenta suficiente resistencia al calor debido a un alto punto de fusión de la misma y, por tanto, puede proporcionarse un cable de energía que tenga una temperatura de uso continuo mejorada. Además, dado que la resina de polipropileno A está en forma no reticulada, es reciclable y, por tanto, ecológica. Por el contrario, una resina reticulada convencional es difícil de reciclar y, por lo tanto, no es ecológica y no exhibe una capacidad de producción uniforme y, por lo tanto, puede causar el deterioro de la capacidad de extrusión a largo plazo cuando la reticulación o el chamuscado se producen temprano durante la formación de la capa aislante 30.

En la resina heterofásica B en la que el copolímero de propileno está disperso en la matriz de polipropileno, la matriz de polipropileno puede ser igual o diferente de la resina de polipropileno A, y puede incluir preferiblemente un homopolímero de propileno, y más preferiblemente, el homopolímero de propileno solo.

- 50 En la resina heterofásica B, el copolímero de propileno disperso en la matriz de polipropileno (en lo sucesivo denominado "copolímero de propileno disperso") es sustancialmente amorfo. Aquí, el copolímero de propileno amorfo significa que el copolímero de propileno tiene una cristalinidad residual con una entalpía de fusión de menos de 10 J/g. El copolímero de propileno disperso puede incluir al menos un comonomero seleccionado del grupo que consiste en etileno y C₄₋₈ α -olefina tal como 1-buteno, 1-penteno, 4-metil-1-penteno, 1-hexeno, 1-hepteno o 1-octeno.

- 55 El contenido del copolímero de propileno disperso puede ser del 60 al 90% en peso, y preferiblemente del 65 al 80% en peso, basado en el peso total de la resina heterofásica B. Aquí, la flexibilidad, la capacidad de flexión, la resistencia al impacto, la resistencia al frío, etc. de la capa aislante 30 formada pueden ser insuficientes cuando el contenido del copolímero de propileno disperso es inferior al 60% en peso, mientras que la resistencia al calor, la resistencia

mecánica, etc. de la capa aislante 30 pueden ser insuficientes cuando el contenido del copolímero de propileno disperso es superior al 90% en peso.

El copolímero de propileno disperso puede ser caucho de propileno-etileno (PER) o caucho de propileno-etileno dieno (EPDM) que contiene un monómero de etileno en una cantidad del 20 al 50% en peso, y preferiblemente del 30 al 40% en peso, basado en el peso total de los monómeros. La flexibilidad, la capacidad de flexión y la resistencia al impacto de la capa aislante 30 pueden ser altas, pero la resistencia al frío de la misma puede ser insuficiente cuando el contenido del monómero de etileno es inferior al 20% en peso, mientras que la resistencia al frío, la resistencia al calor y la resistencia mecánica de la capa aislante 30 puede ser alta, pero su flexibilidad puede deteriorarse cuando el contenido del monómero de etileno es superior al 50% en peso.

En la presente invención, el copolímero de propileno disperso puede tener un tamaño de partícula de 1 μm o menos, preferiblemente, de 0,9 μm o menos, y más preferiblemente, de 0,8 μm o menos. Debido al tamaño de partícula del copolímero de propileno disperso, se puede asegurar la dispersión uniforme del copolímero de propileno disperso en la matriz de polipropileno y se puede mejorar la resistencia al impacto de la capa aislante 30 que incluye el copolímero de propileno disperso. Además, debido al tamaño de las partículas, la probabilidad de detener las grietas o grietas ya formadas puede aumentar mientras se reduce el riesgo de grietas causadas por las partículas.

La resina heterofásica B puede tener un índice de flujo de fusión (MFR) de 0,2 a 1,0 g/10 min, y preferiblemente, 0,8 g/10 min (medido bajo una carga de 2,16 kg y a 230°C según ISO 1133); un esfuerzo de tracción a la rotura de 10 MPa o más; una deformación por tracción a una rotura del 490% o más, una resistencia a la flexión de 95 a 105 MPa, una resistencia al impacto izod con muescas de 68 a 72 kJ/m² cuando se mide a -40°C, una temperatura de deformación térmica de 38 a 42°C (medida por debajo de 0,45 MPa), un punto de reblandecimiento Vicat de 55 a 59°C (medido a 50°C/h y 10 N según A50), una dureza Shore D de 25 a 31 (medida según ISO 868), un punto de fusión T_m de 155 a 170°C (medido por DSC) y una entalpía de fusión de 25 a 40 J/g (medida por DSC).

La densidad de la resina heterofásica B puede ser de 0,86 a 0,90 g/cm³ y preferiblemente 0,88 g/cm³, cuando se mide según la norma ISO 11883. Las características, por ejemplo, la resistencia al impacto y la propiedad de contracción, de la capa aislante 30 están influenciadas por la densidad de la resina heterofásica B.

La resina heterofásica B contiene polipropileno no reticulado y, por lo tanto, es reciclable y ecológica, puede mejorar la resistencia al calor de la capa aislante 30 formada por la matriz de polipropileno que tiene alta resistencia al calor y puede mejorar la flexibilidad, la propiedad de flexión, la resistencia al impacto, la resistencia al frío, las propiedades de instalación, la trabajabilidad, etc. de la capa aislante 30 que se deterioran debido a la rigidez de la resina de polipropileno A.

La relación en peso (A:B) entre la resina de polipropileno A y la resina heterofásica B puede ser de 3:7 a 6:4 y, preferiblemente, 5:5. Cuando la relación en peso es inferior a 3:7, la resistencia mecánica, por ejemplo, la resistencia a la tracción, de la capa aislante 30 puede ser insuficiente. Cuando la relación en peso es superior a 6:4, la flexibilidad, la capacidad de flexión, la resistencia al impacto, la resistencia al frío, etc. de la capa aislante 30 pueden ser insuficientes.

Debido a una combinación de la resina de polipropileno A que exhibe alta resistencia al calor y resistencia mecánica y la resina heterofásica B que exhibe alta resistencia al calor, flexibilidad, capacidad de flexión, resistencia al impacto, resistencia al frío, propiedades de instalación, trabajabilidad, etc. y la compatibilidad de las mismas, la resina termoplástica no reticulada contenida en la capa aislante 30 del cable de energía según la presente invención tiene un efecto excelente de lograr todas las características descritas anteriormente que están en una relación de compromiso entre ellas, es decir, resistencia al calor y resistencia mecánica y flexibilidad, capacidad de flexión, resistencia al impacto, resistencia al frío, propiedades de instalación, trabajabilidad, etc.

Aquí, la resina termoplástica no reticulada puede tener un punto de fusión T_m de 150 a 160°C (medido por DSC) y una entalpía de fusión de 30 a 80 J/g (medido por DSC).

Cuando la entalpía de fusión de la resina termoplástica no reticulada es inferior a 30 J/g, significa que la resina termoplástica no reticulada tiene un tamaño de cristal pequeño y baja cristalinidad y la resistencia térmica y mecánica del cable son bajas. Cuando la entalpía de fusión supera los 80 J/g, significa que la resina termoplástica no reticulada tiene un tamaño de cristal grande y alta cristalinidad y las características eléctricas de la capa aislante 30 pueden deteriorarse.

En la presente invención, la capa aislante 30 puede incluir además un agente de nucleación, así como la resina termoplástica no reticulada. El agente de nucleación puede ser un agente de nucleación a base de sorbitol. Es decir, el agente de nucleación es un agente de nucleación a base de sorbitol, tal como 1,3:2,4-bis(3,4-dimetildibenciliden)sorbitol, bis(p-metildibenciliden)sorbitol, dibencilidensorbitol sustituido o una mezcla de los mismos.

El agente de nucleación puede acelerar el curado de la resina termoplástica no reticulada incluso cuando no se enfría fría rápidamente durante un procedimiento de extrusión de cable, mejorando así la productividad de un cable, las características eléctricas de una capa aislante pueden mejorarse limitando el tamaño de los cristales generados durante el curado de la resina termoplástica no reticulada de 1 a 10 μm , y la cristalinidad puede incrementarse

formando una pluralidad de sitios de cristalización en los que se forman cristales, mejorando así toda la resistencia al calor, la resistencia mecánica, etc. de la capa aislante.

5 Dado que el agente de nucleación tiene una temperatura de fusión alta, el procesamiento de inyección y extrusión debe realizarse a una temperatura alta de aproximadamente 230°C y se usan en combinación preferiblemente dos o más agentes de nucleación basados en sorbitol. Cuando se usan en combinación dos o más agentes de nucleación basados en sorbitol diferentes, la expresión de los agentes de nucleación puede potenciarse incluso a baja temperatura.

10 El agente de nucleación puede estar contenido en una cantidad de 0,1 a 0,5 partes en peso, basado en 100 partes en peso de la resina termoplástica no reticulada. Cuando el contenido del agente de nucleación es inferior a 0,1 partes en peso, la resistencia al calor y la resistencia eléctrica/mecánica de la resina termoplástica no reticulada y la capa aislante que la contiene pueden deteriorarse debido a un tamaño de cristal grande, por ejemplo, un tamaño de cristal superior a 10 µm y una distribución no uniforme de los cristales. Por el contrario, cuando el contenido del agente de nucleación es superior a 0,5 partes en peso, el área de la interfaz superficial entre un cristal y una porción amorfa de la resina aumenta debido a un tamaño de cristal extremadamente pequeño, por ejemplo, un tamaño de cristal de menos de 1 µm y, por tanto, pueden deteriorarse las características de ruptura dieléctrica de CA (ACBD), las características de impulso, etc. de la resina termoplástica no reticulada y la capa aislante que la contiene.

En la presente invención, la capa aislante 30 puede incluir además aceite aislante.

20 El aceite aislante puede ser aceite mineral, aceite sintético o similar. En particular, el aceite aislante puede ser un aceite aromático que incluye un compuesto de hidrocarburo aromático, como dibenciltolueno, alquilbenceno o alquildifeniletano, un aceite parafínico que incluye un compuesto de hidrocarburo parafínico, un aceite nafténico que incluye un compuesto de hidrocarburo nafténico, aceite de silicio o similares.

25 El contenido del aceite aislante puede ser de 1 a 10 partes en peso, y preferiblemente de 1 a 7,5 partes en peso, basado en 100 partes en peso de la resina termoplástica no reticulada. Cuando el contenido de aceite aislante es superior a 10 partes en peso, el aceite aislante puede eluirse durante el proceso de extrusión de formación de la capa aislante 30 sobre el conductor 10, dificultando así el procesamiento del cable.

30 Como se describió anteriormente, el aceite aislante puede mejorar adicionalmente la flexibilidad, la capacidad de flexión, etc. de la capa aislante 30 formada, como resina base, por una resina de polipropileno que tiene una alta rigidez y una flexibilidad ligeramente baja, facilitando así la instalación de un cable, y al mismo tiempo exhibe un excelente efecto de mantener o mejorar la alta resistencia al calor y las propiedades mecánicas y eléctricas intrínsecas de la resina de polipropileno. En particular, el aceite aislante exhibe un efecto excelente de complementar el deterioro de la procesabilidad, debido a una distribución estrecha del peso molecular, cuando la resina de polipropileno se polimeriza bajo el catalizador de metaloceno.

35 En la presente invención, la capa aislante 30 puede incluir además otros aditivos tales como un antioxidante, un amortiguador, un estabilizador de calor, un agente de nucleación y captadores de ácidos. Los demás aditivos se pueden añadir en una cantidad del 0,001 al 10% en peso, referido al peso total de la capa aislante 30, según el tipo de la misma.

40 La capa semiconductora interior 20 puede incluir, como resina base, una resina de mezcla de la resina heterofásica B en la que se dispersa un copolímero de propileno en la matriz de polipropileno y otra resina heterofásica B'. Aquí, de manera similar, la resina heterofásica B' es una resina heterofásica en la que un copolímero de propileno está disperso en una matriz de polipropileno, pero la matriz de polipropileno incluye un copolímero aleatorio de propileno. Por lo tanto, la resina heterofásica B' tiene un punto de fusión más bajo y un índice de flujo de fusión (MFR) más alto que los de la resina heterofásica B. Por ejemplo, el punto de fusión de la resina heterofásica B' puede ser de 140 a 150°C, y el índice de flujo de fusión más alto (MFR) del mismo, medido bajo una carga de 2,16 kg y a 230°Cm según la norma ISO 1133, puede ser de 6 y 8 g/10 min.

45 El contenido de la resina heterofásica B puede ser de 50 a 80 partes en peso y el contenido de la resina heterofásica B' puede ser de 20 a 50 partes en peso, basado en 100 partes en peso de la resina base. El negro de carbón se puede proporcionar además en una cantidad de 35 a 70 partes en peso, y se puede proporcionar además un antioxidante en una cantidad de 0,2 a 3 partes en peso.

50 Cuando el contenido de resina heterofásica B es inferior a 50 partes en peso y el contenido de resina heterofásica B' es superior a 50 partes en peso, la resistencia al calor y el alargamiento de la capa semiconductora interior 20 pueden deteriorarse en gran medida. Cuando el contenido de la resina heterofásica B es superior a 80 partes en peso y el contenido de la resina heterofásica B' es inferior a 20 partes en peso, la viscosidad de la composición de la capa semiconductora interior 20 aumenta y, por lo tanto, la carga del tornillo puede aumentar cuando se extruye, lo que reduce en gran medida la trabajabilidad.

55 Cuando el contenido de negro de carbón es inferior a 35 partes en peso, la propiedad semiconductora de la capa semiconductora interior 20 puede no realizarse, mientras que cuando el contenido de negro de carbón es superior a

70 partes en peso, la viscosidad de la capa semiconductora interior 20 aumenta y, por tanto, la carga del tornillo puede aumentar cuando se extruye, reduciendo así en gran medida la trabajabilidad.

5 Cuando el contenido de antioxidante es inferior a 0,2 partes en peso, puede resultar difícil asegurar la resistencia al calor a largo plazo del cable de energía en un entorno de alta temperatura. Por el contrario, cuando el contenido de antioxidante es superior a 3 partes en peso, puede producirse un fenómeno de floración en donde el antioxidante se eluye a una superficie de la capa semiconductora interior 20 en blanco y, por tanto, las propiedades semiconductoras pueden deteriorarse.

10 La capa semiconductora exterior 40 puede incluir una resina de mezcla de la resina heterofásica B y una resina de copolímero de etileno como resina base. La resina de copolímero de etileno puede incluir, por ejemplo, etilenobutilacrilato (EBA), etilvinilacetato (EVA), etilenoetilacrilato (EEA), etilnometilacrilato (EMA), o una combinación de los mismos.

15 Aquí, el contenido de la resina heterofásica B puede ser de 10 a 40 partes en peso y el contenido de la resina de copolímero de etileno puede ser de 60 a 90 partes en peso, basado en 100 partes en peso de la resina base, y de 35 a 70 partes en peso de negro de carbón, pueden proporcionarse adicionalmente de 0,2 a 3 partes en peso de un antioxidante y similares.

20 Aquí, cuando el contenido de la resina heterofásica B es menos de 10 partes en peso y el contenido de la resina de copolímero de etileno es mayor que 90 partes en peso, puede ser difícil asegurar la resistencia al calor del cable de energía en un entorno de alta temperatura y la adhesión de la capa semiconductora exterior 40 a la capa aislante 30 pueden reducirse en gran medida. Cuando el contenido de resina heterofásica B es inferior a 40 partes en peso y el contenido de resina de copolímero de etileno es inferior a 60 partes en peso, la facilidad para despegar la capa semiconductora exterior 40 de la capa aislante 30 puede reducirse considerablemente.

25 Cuando el contenido de negro de carbón es inferior a 35 partes en peso, la propiedad semiconductora de la capa semiconductora exterior 20 puede no realizarse. Cuando el contenido de negro de carbón es superior a 70 partes en peso, la viscosidad de la composición de la capa semiconductora exterior 20 aumenta y, por tanto, la carga del tornillo aumenta cuando se extruye, reduciendo así en gran medida la trabajabilidad.

30 Cuando el contenido de antioxidante es inferior a 0,2 partes en peso, la resistencia al calor a largo plazo del cable de energía puede ser difícil de asegurar en un entorno de alta temperatura. Cuando el contenido de antioxidante es superior a 3 partes en peso, puede producirse el fenómeno de floración de que el antioxidante se eluye a una superficie de la capa semiconductora interior 20 en blanco y, por tanto, las propiedades semiconductoras pueden deteriorarse.

30 [Ejemplos]

35 Se prepararon las muestras de cables de energía que se muestran en la Tabla 1 a continuación, se evaluó la flexibilidad de las mismas midiendo una magnitud máxima de fuerza requerida cuando se flexionan según la cláusula 2.4.24 de la norma HD 605 S2, y se midió la resistencia de un conductor mediante un método de suavizado aplicando una corriente uniforme a los hilos de un conductor de cada una de las muestras. Una carga requerida, según una longitud de pandeo que indica el grado bajo el que se comba cada una de las muestras de cable de energía, debido a la carga, cuando las muestras de cable de energía se flexionaron para la evaluación de la flexibilidad, es como se ilustra en la figura 9.

[Tabla 1]

		Ejemplo	Ejemplo comparativo
Estructura del conductor	aluminio	Aluminio serie 1000	Aluminio serie 1000
	Compresión circular	Solo la capa más exterior se comprimió circularmente	Todas las capas se comprimieron circularmente
	Factor espacial de la capa más exterior	94%	94%
	Factor de espacio total	80%	94%
Diámetro exterior del conductor (mm)		15,81	15,89
Diámetro del hilo (mm) primera capa/segunda capa/capa más exterior		2,46/2,35/2,42	2,68/2,52/2,32

Peso (g/m)	475,6	491,6
Dirección de paso Primera capa/segunda capa/capa más exterior	S/S/S	S/Z/S
Paso (mm) Primera capa/segunda capa/capa más exterior	194,8/194,4/195,4	156/206,5/207,2
Material de la capa aislante	polipropileno	polipropileno
Flexibilidad (magnitud máxima de fuerza)	aproximadamente 1.200 N	aproximadamente 2.100 N
Resistencia del conductor (Ω/km)	0,16164	0,16075

* Dado que las resistencias de los conductores del ejemplo y el ejemplo comparativo fueron 0,164 o menos, las áreas de sección transversal nominal de las mismas son las mismas, es decir, 185 SQ (las áreas de sección transversal nominal están según la norma IEC 60228).

5

Como se ilustra en la Tabla 1 anterior y en la figura 9, en el cable de energía del ejemplo de la presente invención diseñado específicamente en unidades de capas de un conductor trenzado que incluye una pluralidad de capas conductoras, aunque se formó una capa aislante de una resina de polipropileno que es rígida e inflexible, la flexibilidad del cable de energía era alta y se minimizó el aumento de resistencia aplicando la misma dirección de paso en la que las capas conductoras se retorcián en las capas conductoras. Por el contrario, la flexibilidad del cable de energía del ejemplo comparativo fue muy baja, ya que todo un conductor trenzado se comprimió circularmente de manera sencilla.

REIVINDICACIONES

1. Un cable de energía que comprende:
un conductor trenzado (10) que incluye una pluralidad de hilos;
una capa semiconductor interior (20) que cubre el conductor trenzado (10); y
5 una capa aislante (30) que cubre la capa semiconductor interior (20),
en el que el conductor trenzado (10) comprende una pluralidad de capas conductoras (11, 12) formadas disponiendo una pluralidad de hilos en una dirección circunferencial de un hilo central,
la pluralidad de capas conductoras (11, 12) comprende:
una capa conductora más exterior (12), y
10 al menos una capa conductora interior (11) dentro de la capa conductora más exterior (12),
la capa conductora más exterior (12) está comprimida circularmente como un todo, y al menos una de la al menos una capa conductora interior (11) no está comprimida circularmente,
un factor de espacio del conductor trenzado (10) es del 75 al 86%, y
un factor de espacio de la capa conductora más exterior (12) es del 90% o más.
- 15 2. El cable de energía de la reivindicación 1, en el que la pluralidad de hilos incluidos en la capa conductora interior (11) tiene una sección transversal circular, y
la pluralidad de hilos incluidos en la capa conductora más exterior (12) tiene una sección transversal deformada circular o cuadrada.
- 20 3. El cable de energía de la reivindicación 2, en el que la forma circular deformada comprende una forma trapezoidal curvada, una forma ovalada o una forma semicircular.
4. El cable de energía de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que la pluralidad de hilos incluidos en cada una de la pluralidad de capas conductoras (11, 12) están unidos o trenzados al ser retorcidos en la misma dirección.
- 25 5. El cable de energía de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que, si el conductor trenzado (10) es un conductor de aluminio de la serie 1000 con un área de sección transversal nominal de 185 SQ, una carga máxima medida cuando el cable de energía es flexionado según la cláusula 2.4.24 de la norma HD 605 S2 es de 1.500 N o menos.
6. El cable de energía de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en el que la capa aislante (30) comprende polipropileno como resina base.
- 30 7. El cable de energía de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la capa aislante (30) comprende una resina termoplástica no reticulada en la que una resina de polipropileno A y una resina heterofásica B se mezclan en una relación en peso (A:B) de 3:7 a 6:4, en la que, en la resina heterofásica B, un copolímero de propileno está disperso en una matriz de polipropileno.
- 35 8. El cable de energía de la reivindicación 7, en el que la resina de polipropileno A es un copolímero de propileno-etileno aleatorio que contiene un monómero de etileno en una cantidad del 1 al 5% en peso, basado en el peso total de monómeros, y
la matriz de polipropileno incluida en la resina heterofásica B es un homopolímero de propileno.
9. El cable de energía de la reivindicación 7, en el que el copolímero de propileno incluido en la resina heterofásica B es una partícula de caucho de propileno-etileno (PER) que contiene un monómero de etileno en una
40 cantidad del 20 al 50% en peso, basado en el peso total de monómeros, y que tiene un tamaño de partícula de 1 μm o menos.
10. El cable de energía de la reivindicación 9, en el que el contenido del copolímero de propileno es del 60 al 80% en peso, basado en el peso total de la resina heterofásica B.
- 45 11. El cable de energía de la reivindicación 7, en el que la resina termoplástica no reticulada tiene un punto de fusión T_m de 150 a 160°C y una entalpía de fusión de 30 a 80 J/g, midiéndose el punto de fusión T_m y la entalpía de fusión mediante un calorímetro de barrido diferencial (DSC).

Fig. 1

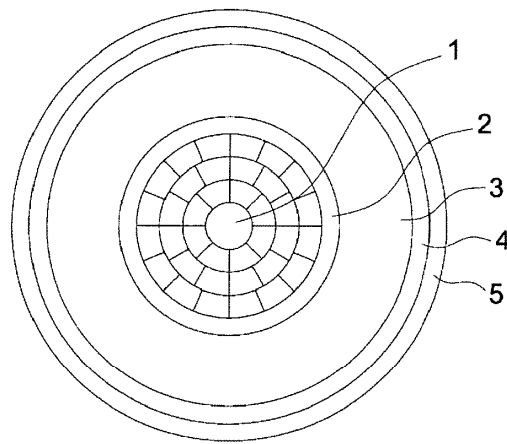


Fig. 2

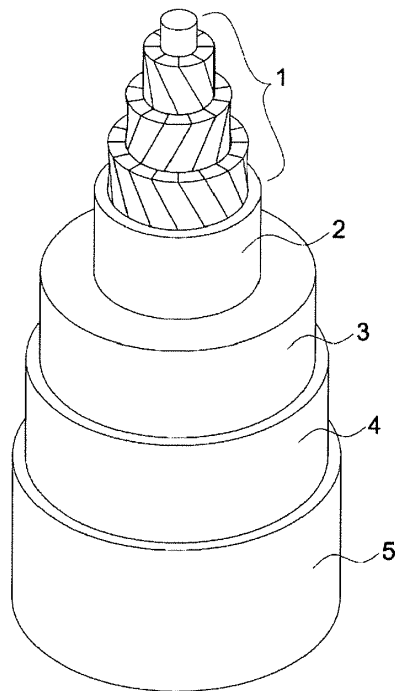


Fig. 3

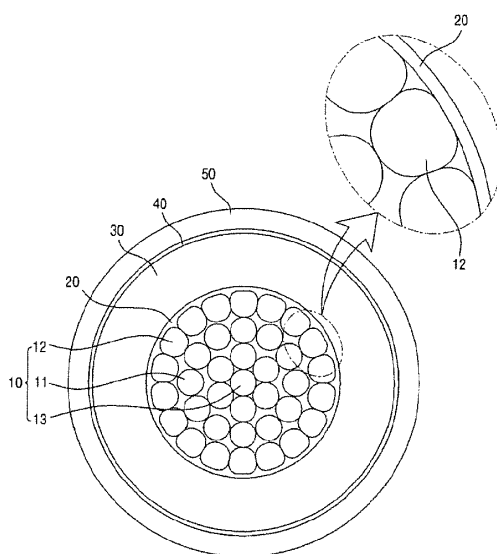


Fig. 4

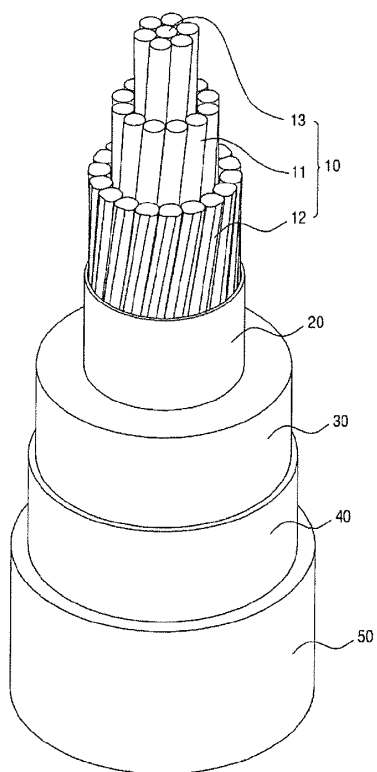


Fig. 5

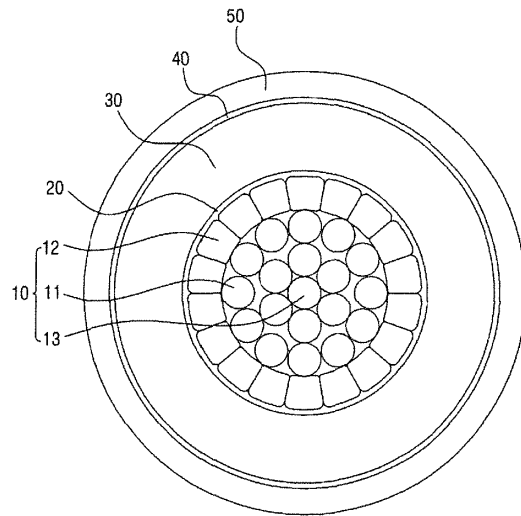


Fig. 6

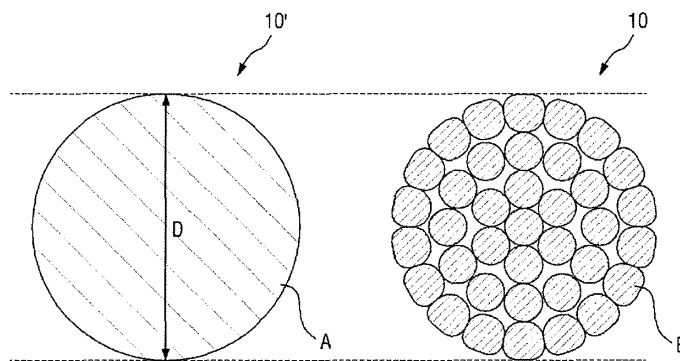


Fig. 7

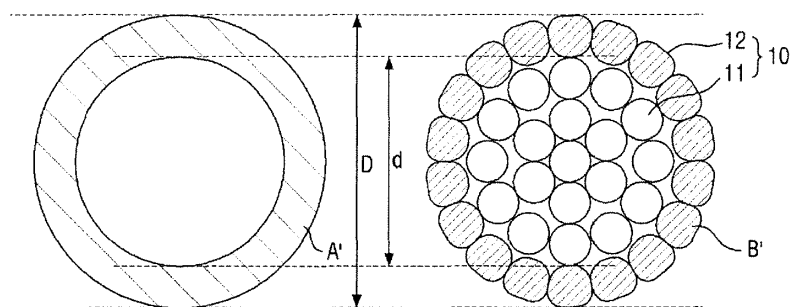


Fig. 8

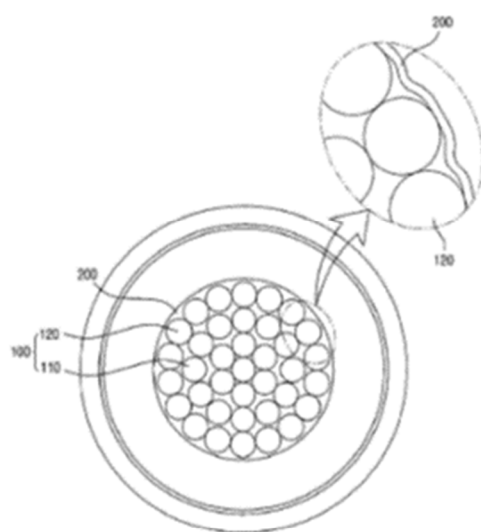


Fig. 9

