(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 737 298**

(51) Int. Cl.:

H01B 13/00 (2006.01)
H01B 13/14 (2006.01)
H01B 3/30 (2006.01)
H01B 3/42 (2006.01)
H01B 7/02 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.03.2017** **PCT/EP2017/056489**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **05.10.2017** **WO17167595**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.03.2017** **E 17711216 (6)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **01.05.2019** **EP 3394861**

(54) Título: **Conductor eléctrico aislado**

(30) Prioridad:

01.04.2016 EP 16163536

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.01.2020

(73) Titular/es:

GEBAUER & GRILLER METALLWERK GMBH (100.0%)
Muthgasse 36
1190 Wien, AT

(72) Inventor/es:

HOCHSTÖGER, JÜRGEN;
SCHRAYVOGEL, RUDOLF y
KOPPENSTEINER, EWALD

(74) Agente/Representante:

LINAGE GONZÁLEZ, Rafael

ES 2 737 298 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

Conductor eléctrico aislado

CAMPO DE LA INVENCIÓN

La invención se refiere a un conductor eléctrico aislado que comprende un conductor eléctrico, preferentemente de cobre o aluminio, con un revestimiento aislante, en donde el revestimiento aislante comprende además una capa de aislamiento exterior de plástico termoplástico, así como a un procedimiento para la producción de un conductor eléctrico aislado semejante.

ESTADO DE LA TÉCNICA

Los conductores eléctricos aislados se emplean en la construcción de casi cualquier aparato eléctrico para conducir la corriente eléctrica sin provocar a este respecto cortocircuitos, que se pueden provocar por el contacto de conductores no aislados eléctricamente. Los conductores eléctricos aislados de este tipo comprenden un conductor eléctrico de cobre y un revestimiento que aísla eléctricamente el conductor eléctrico, que presenta de manera habitual una o varias capas. Para garantizar el aislamiento del conductor eléctrico, el revestimiento aislante comprende una capa de aislamiento de plástico termoplástico.

Mientras que en muchos campos de aplicación es ventajoso que la adherencia del revestimiento aislante en el conductor eléctrico esté configurada de forma débil a fin de posibilitar una retirada sencilla del aislamiento del conductor eléctrico, en otros campos de aplicación se desea garantizar la mayor adherencia posible. Tales campos de aplicación se encuentran, por ejemplo, en la construcción de máquinas eléctricas y en particular en el caso de motores eléctricos o transformadores, donde los conductores eléctricos aislados también están expuestos a una temperatura elevada. A este respecto, la procesabilidad de los conductores eléctricos aislados requiere con frecuencia una adherencia elevada del revestimiento aislante en el conductor eléctrico, parcialmente también con temperaturas de funcionamiento elevadas.

A fin de verificar la adherencia se realiza de manera habitual un corte alrededor en el conductor eléctrico aislado perpendicular a una eje de conductor, se estira el conductor eléctrico en un 20% y se mide luego el desprendimiento del revestimiento aislante del conductor eléctrico. Cuanto menor es el desprendimiento del revestimiento aislante del conductor eléctrico, tanto mejor es la adherencia.

En los conductores eléctricos aislados convencionales, que presentan un revestimiento aislante con una capa de aislamiento, preferentemente resistente a altas temperaturas, la adherencia entre el conductor eléctrico, en particular de cobre y el revestimiento aislante, en particular la capa de aislamiento, es más bien pequeña, dado que la adherencia de un plástico en el conductor eléctrico es pequeña debido a las propiedades superficiales. El documento JPH03222210A da a conocer un procedimiento para la producción de un conductor eléctrico aislado, en el que la superficie del conductor se limpia en un plasma de gas.

OBJETIVO DE LA INVENCIÓN

Por ello un objetivo de la invención es proponer un conductor eléctrico aislado, el cual supere las desventajas del estado de la técnica y garantice una buena adherencia entre el revestimiento aislante y el conductor eléctrico.

EXPOSICIÓN DE LA INVENCIÓN

El conductor eléctrico de conductores eléctricos aislados genéricos está hecho de cobre o una aleación con una elevada fracción de cobre o aluminio u otros materiales eléctricamente conductores. A este respecto, bajo el conductor eléctrico se entiende tanto el conductor individual como también un cable que contiene varios conductores individuales. La geometría de la sección transversal del conductor eléctrico, que está de forma normal a un eje de conductor, puede presentar a este respecto una geometría cualquiera: cuadrada, rectangular, redonda o elíptica, en donde es habitual redondear los cantos eventuales o perfilarlos. El aislamiento del conductor eléctrico se garantiza mediante al menos una capa de aislamiento prevista de plástico termoplástico, en donde al menos una capa de aislamiento puede configurar de manera ventajosa la capa más exterior del revestimiento aislante. Pero también es concebible que sobre al menos una capa de aislamiento estén aplicadas otra o varias capas de aislamiento.

Debido al contacto con oxígeno, que es inevitable, siempre y cuando el conductor eléctrico esté expuesto a la atmósfera, se configura una capa de óxido, por ejemplo, de óxido de cobre u óxido de aluminio, en la superficie del

conductor eléctrico. Amplias series de ensayos han mostrado que la capa de óxido repercute negativamente en las propiedades de adherencia de una capa del revestimiento aislante aplicada sobre la superficie del conductor eléctrico.

No obstante, cuando se retira la capa de óxido, se mejora la adherencia de la capa del revestimiento aislante aplicada sobre la superficie del conductor eléctrico liberada de la capa de óxido. Se ha mostrado que la capa de óxido se puede retirar completamente mediante un tratamiento de plasma bajo atmósfera de gas protector —libre de oxígeno—, a este respecto también se pueden retirar otras impurezas mediante el tratamiento de plasma. Incluso es posible que mediante el tratamiento de plasma se retiren las capas de átomos más superiores del conductor eléctrico.

Durante el tratamiento de plasma se genera un plasma de gas en la atmósfera de gas protector y el conductor eléctrico se bombardea con iones del gas protector en el plasma, a fin de retirar al menos la capa de óxido mediante el bombardeo de iones. Como gas protector o gas de proceso son apropiados, por ejemplo, nitrógeno, argón o hidrógeno. El tratamiento de plasma todavía tiene otros efectos positivos sobre el conductor eléctrico aislado junto a la retirada de la capa de óxido: por un lado, el conductor eléctrico se calienta mediante la energía de impacto de los iones sobre la superficie y se puede pasar a recocido blando durante el tratamiento de plasma a fin de recristalizar la microestructura del conductor eléctrico; por otro lado, mediante el bombardeo de iones se puede elevar la energía superficial del conductor eléctrico, lo que mejora adicionalmente la adherencia del revestimiento aislante en la superficie del conductor eléctrico. En este contexto también se habla de una activación de la superficie del conductor eléctrico. Otro efecto del tratamiento de plasma es la elevación de la microrrugosidad de la superficie del conductor eléctrico, que repercute eventualmente positivamente sobre la adherencia del revestimiento aislante.

Para impedir la nueva configuración de una capa de óxido en la superficie del conductor eléctrico, al menos una parte del revestimiento aislante se aplica sobre la superficie del conductor eléctrico bajo atmósfera de gas protector, preferentemente bajo la misma atmósfera de gas protector bajo la que se realiza el tratamiento de plasma.

Para conseguir el objetivo planteado al inicio, por ello según la invención está previsto que el conductor eléctrico aislado comprenda un conductor eléctrico, preferentemente de cobre o aluminio, con un revestimiento aislante, en donde el revestimiento aislante comprende o
al menos una capa de aislamiento de plástico termoplástico o

al menos una capa de aislamiento de plástico termoplástico y
una capa intermedia que contiene un plástico, preferentemente una capa de plasma polímero o al menos una capa de fluoropolímero,

obtenible mediante un procedimiento en el que el conductor eléctrico se bombardea con iones del gas protector bajo una atmósfera de gas protector en un plasma de gas, a fin de retirar una capa de óxido configurada sobre una superficie del conductor eléctrico y/o elevar la energía superficial del conductor eléctrico,
y a continuación o al menos una capa de aislamiento se aplica directamente sobre la superficie del conductor eléctrico bajo atmósfera de gas protector,
o en el caso de que el revestimiento comprende la capa intermedia que contiene un plástico,
al menos la capa intermedia que contiene un plástico del revestimiento aislante se aplica directamente sobre la superficie del conductor eléctrico bajo atmósfera de gas protector.

al menosal menosUn conductor eléctrico aislado según la invención presenta propiedades de adherencia especialmente buenas debido a la aplicación directa de una capa intermedia, que contiene plástico, del revestimiento aislante o debido a la aplicación directa de la capa de aislamiento de plástico termoplástico sobre la superficie del conductor eléctrico, tratada por plasma y de este modo sin capa de óxido: si se realiza un corte alrededor en el conductor eléctrico aislado perpendicularmente a un eje de conductor y el conductor estira en el 20%, entonces el desprendimiento del revestimiento aislante del conductor eléctrico medido en la dirección del eje de conductor sólo es de como máximo 3 mm, preferentemente de como máximo 2 mm, en particular de como máximo 1 mm.

El efecto de adherencia se consigue así en ambas variantes porque una capa de plástico que está hecha preferentemente de plástico se aplica directamente sobre la superficie del conductor eléctrico, limpiada por plasma y de este modo sin capa de óxido bajo atmósfera de gas protector. Por un lado, en el caso de la capa de plástico se trata directamente de al menos una capa de aislamiento de plástico termoplástico, cuando no está prevista una capa intermedia. Por otro lado, en el caso de la capa de plástico también se puede tratar de una capa intermedia que contiene un plástico, preferentemente una capa de plasma polímero o de al menos una capa de fluoropolímero.

Cuando el revestimiento aislante presenta una capa intermedia que contiene un plástico, al menos una capa de ailsamiento está aplicada preferiblemente directamente sobre la capa intermedia que contiene un plástico. No obstante, también es concebible que estén previstas una o varias otras capas intermedias entre la capa intermedia que contiene un plástico y al menos una capa de aislamiento.

Aunque es concebible una pluralidad de plásticos diferentes, que son apropiados como material para la capa intermedia que contiene un plástico del revestimiento aislante, en el caso de la capa intermedia que contiene un plástico del revestimiento aislante se trata preferentemente de la capa de plasma polímero o de al menos una capa de fluoropolímero.

Cuando no está presente una capa intermedia que contiene un plástico y la capa aislante está aplicada directamente sobre la superficie del conductor eléctrico, es especialmente preferido que el revestimiento aislante se componga de al menos una capa de aislamiento, es decir, no presente otras capas intermedias.

Sorprendentemente en el marco de la serie de tests ha resultado que el desprendimiento del revestimiento aislante del conductor eléctrico queda de manera habitual bastante por debajo de 1 mm, en particular es de como máximo 0,2 mm, preferentemente como máximo 0,1 mm, preferiblemente como máximo 0,05 mm, de forma especialmente preferida como máximo 0,01 mm, cuando al menos una capa de aislamiento se aplica directamente sobre la superficie del conductor eléctrico. De este modo se pueden conseguir efectos especialmente ventajosos porque al menos una capa de aislamiento comprende una poliarilétercetona [PAEK], en particular poli (éter-éter-cetona) [PEEK] o se compone de poliarilétercetona [PAEK], en particular poli (éter-éter-cetona) [PEEK].

Por consiguiente en general se produce un conductor eléctrico aislado que comprende un conductor eléctrico, preferentemente de cobre o aluminio, con un revestimiento aislante
en donde el revestimiento aislante o
comprende al menos una capa de aislamiento de plástico termoplástico
o
comprende al menos una capa de aislamiento de plástico termoplástico y una capa intermedia que contiene un plástico, preferentemente una capa de plasma polímero o al menos una capa de fluoropolímero,
en donde se retira una capa de óxido configurada sobre una superficie del conductor eléctrico, preferentemente mediante bombardeo del conductor eléctrico con iones de un gas protector de una atmósfera de gas protector en un plasma de gas
y a continuación o
al menos una capa de aislamiento está aplicada directamente sobre la superficie del conductor eléctrico, sin capa de oxidación
o en el caso de que el revestimiento comprende la capa intermedia que contiene un plástico
al menos la capa intermedia que contine un plástico del revestimiento aislante está aplicada directamente sobre la superficie del conductor eléctrico, sin capa de oxidación

Una variante de realización de la invención prevé que el conductor eléctrico esté dispuesto de forma continua bajo una atmósfera de gas protector hasta la aplicación del revestimiento aislante a fin de impedir la configuración de una nueva capa de óxido sobre la superficie del conductor eléctrico. También se pueden atravesar varias atmósferas de gas protector una tras otra, en tanto que el conductor eléctrico tratado por plasma está dispuesto de forma ininterrumpida bajo una de las atmósferas de gas protector.

En otra variante de realización de la invención está previsto que en el caso del plasma de gas para el bombardeo del conductor eléctrico se trate de un plasma a baja presión, preferentemente con una presión por debajo de 80 mbar, que se puede producir de manera conocida en sí. Por ejemplo son concebibles presiones por debajo de 50 mbar o incluso por debajo de 20 mbar.

Para posibilitar el uso del conductor eléctrico aislado en un entorno con temperatura elevada, por ejemplo, en máquinas eléctricas con temperatura de funcionamiento elevada, en otra variante de realización de la invención está previsto que el revestimiento aislante, en particular al menos una capa de aislamiento, presente una resistencia a la temperatura de al menos 180 ºC, preferentemente de al menos 200 ºC, en particular de al menos 220 ºC.

En una variante de realización preferida del conductor eléctrico aislado según la invención y del procedimiento según la invención se consiguen propiedades especialmente buenas respecto a la resistencia a la temperatura y la resistencia frente a una pluralidad de disolventes orgánicos y químicos, en particular también frente a hidrólisis, porque el plástico termoplástico de al menos una capa de aislamiento está seleccionado del grupo que se compone por poliarilétercetona [PAEK], poliamida [PI], poliamidaimida [PAI], poliéterimida [PEI], polisulfuro de fenilo [PPS] y

combinaciones de ellos. A este respecto se entiende en sí que el plástico termoplástico puede comprender uno o varios de los plásticos arriba mencionados así como eventualmente otros componentes, como por ejemplo material de fibras, rellenos u otros plásticos.

Las poliarilétercetonas se componen de grupos de fenilo conectados mediante puentes de oxígeno, es decir, grupos éter o cetona, en donde el número y orden de los grupos éter o cetona dentro de las poliarilétercetonas es variable. Las poliimidas son plásticos cuya característica estructural más importante es el grupo imida. A ello pertenecen entre otros polisuccinimida (PSI), polibismaleinimida (PBMI) y polioxadiazobenzimidazol (PBO), poliimidasulfona (PISO) y polimetacrilimida (PMI).

Correspondientemente en una variante de realización especialmente preferida del conductor eléctrico aislado según la invención y del procedimiento según la invención está previsto que el plástico termoplástico de al menos una capa de aislamiento sea una poliarilétercetona [PAEK] seleccionada del grupo que se compone por poli (éter-cetona) [PEK], poli (éter-éter-cetona) [PEEK], poli (éter-cetona-cetona) [PEKK], poli (éter-éter-cetona-cetona) [PEEKK], poli (éter-cetona-éter-cetona-cetona) [PEKEKK] y combinaciones de ellos. La poli (éter-éter-cetona) [PEEK] ha resultado ser especialmente muy apropiada para al menos una capa de aislamiento.

En otra variante de realización de la invención está previsto que al menos una capa de aislamiento presente un espesor entre 10 y hasta 1000 µm, preferentemente entre 25 µm y 750 µm, de forma especialmente preferida entre 30 µm y 500 µm, en particular entre 50 µm y 250 µm. Se entiende en sí que también son concebibles otros espesores de capa, por ejemplo 40 µm, 60 µm, 80 µm, 100 µm o 200 µm, por mencionar algunas posibilidades. Se entiende de por sí que los valores indicados se pueden referir tanto al espesor de una capa individual de la capa de aislamiento, como también al espesor total de la capa de aislamiento, cuando la capa de aislamiento comprende más de una capa.

Al menos una capa de aislamiento se puede producir de forma rápida y económica cuando se aplica mediante un procedimiento de extrusión, es decir, se aplica por extrusión. Por ello en otra variante de realización preferida de la invención está previsto que la capa de aislamiento, preferentemente exterior se pueda producir mediante un procedimiento de extrusión.

Cuando el revestimiento aislante se compone de al menos una capa de aislamiento y al menos una capa de aislamiento se aplica directamente sobre la superficie del conductor eléctrico, se posibilita una producción especialmente sencilla y económica de un conductor eléctrico aislado según la invención, dado que la adherencia de al menos una capa de aislamiento en la superficie del conductor mediante el tratamiento por plasma ya es tan buena que no se necesitan capas intermedias.

Por ello, en otra variante de realización especialmente preferida de la invención está previsto que el revestimiento aislante se componga de al menos una capa de aislamiento y que en el caso de la capa intermedia que contiene un plástico, aplicada directamente sobre la superficie del conductor eléctrico se trate de al menos una capa de aislamiento.

Por consiguiente, la variante de realización especialmente preferida se refiere a un conductor eléctrico aislado, que comprende un conductor eléctrico, preferentemente de cobre o aluminio, con un revestimiento aislante, en donde el revestimiento aislante se compone de al menos una capa de aislamiento de plástico termoplástico, obtenible por un procedimiento en el que el conductor eléctrico se bombardea con iones del gas protector bajo una atmósfera de gas protector en un plasma de gas, a fin de retirar una capa de óxido configurada sobre una superficie del conductor eléctrico y/o elevar la energía superficial del conductor eléctrico, y al menos una capa de aislamiento se aplica directamente sobre la superficie del conductor eléctrico, al menos una capa de aislamiento se aplica sobre el conductor eléctrico bajo atmósfera de gas protector.

De igual modo y manera, la variante de realización especialmente preferida también se refiere a un conductor eléctrico aislado que comprende un conductor eléctrico, preferentemente de cobre o aluminio, con un revestimiento aislante, en donde el revestimiento aislante se compone de al menos una capa de aislamiento de plástico termoplástico, en donde según la invención está previsto que una capa de óxido configurada sobre una superficie del conductor eléctrico esté retirada mediante bombardeo del conductor eléctrico con iones de un gas protector de una atmósfera de gas protector en un plasma de gas y a continuación al menos una capa de aislamiento esté aplicada directamente sobre la capa del conductor eléctrico, libre de la capa de óxido.

El revestimiento aislante se puede componer, por ejemplo, solo de una única capa de aislamiento, que está aplicada directamente sobre la superficie del conductor eléctrico, a fin de posibilitar una producción especialmente sencilla.

No obstante, para reducir drásticamente la posibilidad de un defecto en el revestimiento aislante, por ejemplo, una sección no provista con el revestimiento aislante condicionado por un defecto en el procedimiento de producción de una capa de aislamiento, en otra variante de realización especialmente preferida de la invención está previsto que el revestimiento aislante se componga de exactamente dos o por más de dos, por ejemplo, por tres o cuatro capas de aislamiento. A este respecto, en cualquier caso una capa de aislamiento más inferior está aplicada directamente sobre la superficie del conductor eléctrico, en donde las otras capas de aislamiento están aplicadas respectivamente sobre una de las capas de aislamiento anteriores. Si en la capa de aislamiento más inferior apareciese un fallo, es decir, una sección del conductor eléctrico no está recubierta por la capa de aislamiento más inferior, entonces mediante las capas de aislamiento siguientes se reduciría siguiendo una función exponencial una probabilidad de que exactamente la sección defectuosa de la capa de aislamiento más inferior tampoco se recubra por las capas de aislamiento siguientes. Cuanto mayor es el número de las capas de aislamiento, tanto menor es la probabilidad de que una sección del conductor eléctrico no presente ningún revestimiento aislante. A fin de conseguir la adherencia mejorada de las capas de aislamiento siguientes en el conductor eléctrico, todas las capas de aislamiento se aplican bajo atmósfera de gas protector, de modo que se mejora la adherencia de las capas de aislamiento siguientes en la zona de las secciones defectuosas de las capas de aislamiento anteriores.

Básicamente sobre el revestimiento aislante o sobre el revestimiento aislante, que se compone de al menos una capa de aislamiento se puede aplicar al menos una, es decir, por ejemplo, una, dos, tres o cuatro, otra capa de aislamiento de plástico termoplástico. A este respecto, al menos otra capa de aislamiento está construida preferentemente de forma análoga a al menos una capa de aislamiento, de modo que el plástico termoplástico de al menos otra capa de aislamiento está seleccionado del grupo que se compone por poliarilétercetona [PAEK], en particular poli (éter-éter-cetona) [PEEK], poliamida [PI], poliamidaimida [PAI], poliéterimida [PEI], polisulfuro de fenilo [PPS] y combinaciones de ellos.

Dado que en el caso de secciones defectuosas de al menos una capa de aislamiento se trata en general de superficies proporcionalmente pequeñas, también es concebible que al menos otra capa de aislamiento se aplique sobre el revestimiento aislante fuera de la atmósfera de gas protector, a fin de recubrir eventuales secciones defectuosas del revestimiento aislante, de modo que en la zona de las secciones defectuosas del revestimiento aislante no se mejora la adherencia de otra capa de aislamiento. Naturalmente también se pueden aplicar otras capas de aislamiento, cuando se requiere un espesor mayor del aislamiento. Por ello, en otra variante de realización de la invención está previsto que al menos una, preferentemente una, dos o tres, otra capa de aislamiento esté aplicada sobre el revestimiento aislante, en donde al menos otra capa de aislamiento no se aplica bajo atmósfera de gas protector.

En una primera variante de realización alternativa de la invención, para la mejora de la adherencia del revestimiento aislante en la superficie del conductor eléctrico está previsto que el revestimiento aislante presente una capa de plasma polímero aplicada directamente sobre la superficie del conductor eléctrico de macromoléculas reticuladas de longitud de cadena irregular, capa de plasma polímero que se puede producir mediante polimerización de un monómero gaseoso en un plasma de gas, preferentemente en el plasma de gas para el bombardeo del conductor eléctrico. En otras palabras en el caso de la capa intermedia del revestimiento aislante, que contiene un plástico y aplicada directamente sobre la superficie del conductor eléctrico, se trata en este ejemplo de realización de la capa de plasma polímero. La capa de plasma polímero sirve como capa intermedia y se adhiere, por un lado, de forma sobresaliente en la superficie del conductor eléctrico y posibilita por otro lado una adherencia elevada de la capa del revestimiento aislante, por ejemplo al menos una capa de aislamiento, aplicada sobre la capa de plasma polímero.

Otra variante de realización de la primera variante de realización alternativa prevé que la capa de plasma polímero presente un espesor de 1 µm o menos. A este respecto son concebibles espesores hasta una centésima de un micrómetro como límite inferior. Debido al pequeño espesor de capa, la capa de plasma polímero sólo repercute de forma insignificante sobre el espesor total del conductor eléctrico aislado.

Según otra variante de realización de la primera variante de realización alternativa, en el caso del monómero para la producción de la capa de plasma polímero se trata de etileno, butenol, acetona o tetrafluorometano [CF_4]. Las capas de plasma polímero formadas por estos monómeros en el plasma se destacan por propiedades de adherencia especialmente buenas. En particular cuando la capa de plasma polímero debe presentar propiedades similares al politetrafluoroetileno [PTFE] o perfluoro-etileno-propileno [FEP] se ofrece el CF_4 como monómero.

En una segunda variante de realización alternativa está previsto que el revestimiento aislante presente al menos una capa de fluoropolímero aplicada directamente sobre la superficie del conductor eléctrico, que comprende preferentemente politetrafluoroetileno [PTFE] o perfluoro-etileno-propileno [FEP]. La capa de fluoropolímero también

se destaca por propiedades de adherencia sobresalientes, tanto en el conductor eléctrico como también en la capa aplicada sobre la capa de fluoropolímero, y sirve como capa intermedia del revestimiento aislante. También es concebible que se apliquen varias capas de fluoropolímero, por ejemplo, dos, tres o cuatro, unas sobre otras sobre el conductor eléctrico. Se consiguen propiedades de adherencia especialmente ventajosas porque el espesor de al menos una capa de fluoropolímero se sitúa entre 1 µm y 120 µm , preferentemente entre 5 µm y 100 µm , de forma especialmente preferida entre 10 µm y 80 µm , en particular entre 20 µm y 50 µm .

Para conseguir las propiedades de adherencia mejoradas, descritas anteriormente para las capas del revestimiento aislante, en particular para al menos una capa de aislamiento, aplicadas sobre la capa de plasma polímero o al menos una capa de fluoropolímero, en el conductor eléctrico, de modo que se eleva la adherencia de las capas siguientes en la zona de las secciones defectuosas de las capas anteriores, aplicadas sobre el conductor eléctrico, todo el revestimiento aislante se aplica bajo atmósfera de gas protector en una variante de realización preferida.

Para reducir el número de las capas diferentes en el revestimiento aislante y mantener bajos los costes de producción ligados a ello, en otra variante de realización de la invención está previsto que la capa de aislamiento esté aplicada directamente sobre la capa de plasma polímero o al menos una capa de fluoropolímero. En otras palabras, el revestimiento aislante se compone de al menos dos capas: la primera capa inferior, aplicada directamente sobre el conductor eléctrico conforme a la primera o segunda variante de realización alternativa y la segunda capa superior en forma de al menos una capa de aislamiento de plástico termoplástico. La capa exterior del revestimiento aislante puede estar configurada a este respecto por al menos una capa de aislamiento misma o por una o varias otras capas.

La invención se refiere además a un procedimiento para la producción de un conductor eléctrico aislado, que presenta las siguientes etapas del procedimiento:

• bombardeo de un conductor eléctrico dispuesto bajo una atmósfera de gas protector, preferentemente de cobre o aluminio, con iones del gas protector en un plasma de gas, preferentemente un plasma a baja presión, a fin de retirar una capa de óxido configurada sobre la superficie del conductor eléctrico y/o elevar la energía superficial del conductor eléctrico;
• aplicación de un revestimiento aislante sobre la superficie del conductor eléctrico, en donde el revestimiento aislante o
comprende al menos una capa de aislamiento de plástico termoplástico
o
comprende al menos una capa de aislamiento de plástico termoplástico y
una capa intermedia que contiene un plástico, preferentemente una capa de plasma polímero o al menos una capa de fluoropolímero,
en donde o
al menos una capa de aislamiento se aplica directamente sobre la superficie del conductor eléctrico bajo atmósfera de gas protector
o en el caso de que el revestimiento comprende la capa intermedia que contiene un plástico,
al menos la capa intermedia que contiene un plástico del revestimiento aislante se aplica directamente sobre la superficie del conductor eléctrico bajo atmósfera de gas protector

El conductor eléctrico, preferentemente de cobre o aluminio, se somete al procedimiento en forma de una banda o un alambre. A este respecto, el conductor eléctrico se trata "in-line", es decir, directamente a continuación de la producción del conductor eléctrico (por ejemplo, mediante deformación en frío o extrusión), conforme al procedimiento según la invención o el conductor eléctrico se pone a disposición en forma enrollada a través de un desenrollado de bobina. En general el conductor eléctrico se somete antes del tratamiento de plasma a una limpieza previa mecánica y/o química. El tratamiento de plasma se realiza análogamente a las realizaciones anteriores, en donde el conductor eléctrico se transporta de forma continua mediante la unidad de tratamiento de plasma que realiza el tratamiento de plasma. Mediante la selección apropiada de los parámetros de proceso se puede ajustar el espesor de la capa retirada del conductor eléctrico mediante el tratamiento de plasma. Adicionalmente a ello también se puede definir la temperatura para el recocido blando y la recristalización ligada a ello de la microestructura del conductor eléctrico.

El revestimiento aislante se aplica sobre la superficie tratada del conductor eléctrico después del tratamiento de plasma, es decir, la retirada de la capa de óxido e impurezas cualesquiera de la superficie del conductor eléctrico, en donde también se pueden retirar capas delgadas de la superficie del conductor eléctrico mismo (menor de 1 µm, preferentemente menor de 0,1 µm), mediante bombardeo con iones en el plasma de gas o la activación de la superficie del conductor eléctrico. El revestimiento aislante se adhiere de forma especialmente adecuada sobre la

superficie del conductor eléctrico debido a la retirada de la capa de óxido o mediante la activación de la superficie mediante elevación de la energía superficial del conductor eléctrico. Para impedir la configuración de una nueva capa de óxido sobre la superficie del conductor eléctrico, que contrarrestase el efecto según la invención o lo debilitase al menos de forma decisiva, o al menos una capa de aislamiento o al menos la capa intermedia que contiene un plástico del revestimiento aislante, es decir, en particular la capa de plasma polímero o al menos una capa de fluoropolímero, se aplica directamente sobre la superficie del conductor eléctrico, sin capa de óxido bajo atmósfera de gas protector. A este respecto, en particular es ventajoso que el conductor eléctrico esté dispuesto de forma continua baja atmósfera de gas protector hasta la aplicación del revestimiento aislante. A este respecto se entiende en sí que, siempre y cuando estén previstas dos, tres o más capas de aislamiento de plástico termoplástico, en cualquier caso la primera de las capas de aislamiento se aplica directamente sobre la superficie del conductor eléctrico y las capas de aislamiento siguientes se aplican al menos parcialmente sobre las capas de aislamiento situadas por debajo.

Los conductores eléctricos aislados producidos de este tipo presentan propiedades de adhesión especialmente buenas debido a la aplicación directa de una capa intermedia que contiene un plástico del revestimiento aislante o debido a la aplicación directa de al menos una capa de aislamiento de plástico termoplástico sobre la superficie del conductor eléctrico, tratada por plasma, libre de óxido: si se realiza un corte alrededor en el conductor eléctrico aislado perpendicularmente a un eje de conductor y el conductor estira en el 20%, entonces el desprendimiento del revestimiento aislante del conductor eléctrico medido en la dirección del eje de conductor sólo es de como máximo 3 mm, preferentemente de como máximo 2 mm, en particular de como máximo 1 mm.

Cuando al menos una capa de aislamiento de plástico termoplástico se aplica directamente sobre la superficie del conductor eléctrico se ha constatado que el desprendimiento del revestimiento aislante del conductor eléctrico queda de manera habitual bastante por debajo de 1 mm, en particular es de como máximo 0,2 mm, preferentemente como máximo 0,1 mm, preferiblemente como máximo 0,05 mm, de forma especialmente preferida como máximo 0,01 mm. Entonces se pueden conseguir efectos especialmente ventajosos cuando el plástico termoplástico de al menos una capa de aislamiento está seleccionado del grupo que se compone por poliarilétercetona [PAEK], en particular poli (éter-éter-cetona) [PEEK], poliimida [PI], poliamidaimida [PAI], poliéterimida [PEI], polisulfuro de fenileno [PPS] y combinaciones de ellos.

Una variante de realización del procedimiento prevé que se aplique por extrusión al menos una capa de aislamiento. La extrusión representa un procedimiento económico para la aplicación de la capa de aislamiento y es apropiada en particular también para PAEK, en particular PEEK, y PPS. Al menos una capa de aislamiento se puede aplicar por consiguiente también de modo y manera sencillos como capa más exterior del revestimiento aislante.

Mediante un precalentamiento del conductor eléctrico, que ante todo es ventajoso cuando al menos una capa de aislamiento o el revestimiento aislante se aplica por extrusión directamente sobre la superficie del conductor eléctrico, se reduce un enfriamiento brusco de la capa intermedia que contiene el plástico durante el contacto con el conductor eléctrico y se minimizan las influencias negativas sobre la adherencia. Igualmente puede estar previsto que el conductor eléctrico se enfríe antes de la aplicación del revestimiento aislante, a fin de impedir un calentamiento demasiado intenso, por ejemplo una fusión, de la capa intermedia que contiene un plástico en contacto con el conductor eléctrico. Por ello, en otra forma de realización preferida del procedimiento según la invención está previsto que el conductor eléctrico se lleve a una temperatura de al menos 200 ºC, preferentemente al menos 400 ºC, antes de la aplicación del revestimiento aislante.

En otra variante de realización de la invención está previsto que el conductor eléctrico aislado se enfríe después de la aplicación por extrusión de al menos una capa de aislamiento en función de la resistencia a conseguir de al menos una capa de aislamiento. El ajuste de las propiedades mecánica de al menos una capa de aislamiento, en particular de la resistencia mecánica, se realiza entre otros mediante el enfriamiento definido del conductor eléctrico aislado y el ajuste condicionado por ello del grado de cristalización y es especialmente importante que en el caso de al menos una capa de aislamiento se trate de la capa más exterior del revestimiento aislante. Si el conductor eléctrico aislado se enfría, por ejemplo, de forma lenta mediante enfriamiento al aire, se produce una elevada cristalinidad de al menos una capa de aislamiento. También es concebible un enfriamiento rápido en un baño de agua, es decir, un enfriamiento abrupto, o una combinación de enfriamiento abrupto y lento.

Para mejorar aún más la adherencia del revestimiento aislante en el conductor eléctrico, en particular cuando al menos una capa de aislamiento se aplica directamente sobre la superficie del conductor eléctrico, en una variante de realización preferida del procedimiento según la invención está previsto que el conductor eléctrico aislado se guíe tras la aplicación por extrusión de al menos una capa de aislamiento a través de rodillos, preferentemente rodillos de apriete. A este respecto, es especialmente ventajoso que al menos una capa de aislamiento forme la capa más

exterior del revestimiento aislante. Un guiado estrecho del conductor eléctrico aislado a través de los conductores de apriete con aplicación de presión en el conductor eléctrico aislado conduce a una adherencia especialmente buena del revestimiento aislante o en particular de al menos una capa de aislamiento sobre la superficie del conductor eléctrico. A este respecto se prensan entre sí las superficies límite del revestimiento aislante entre las capas individuales, siempre y cuando estén presentes varias, y/o la superficie límite de la capa más inferior del revestimiento aislante y la superficie del conductor eléctrico y así se refuerza el efecto de adhesión.

En una variante de realización especialmente preferida de la invención, que se destaca por propiedades de adherencia especialmente buenas, está previsto que el revestimiento aislante se componga de al menos una capa de aislamiento y que al menos una capa de aislamiento se aplique directamente sobre la superficie del conductor eléctrico bajo atmósfera de gas protector como capa intermedia que contiene un plástico del revestimiento aislante. Correspondientemente se realiza la etapa del procedimiento siguiente:
Aplicación de un revestimiento aislante sobre la superficie del conductor eléctrico, en donde el revestimiento aislante de al menos una capa de aislamiento se compone de plástico termoplástico y en donde al menos una capa de aislamiento se aplica directamente sobre la superficie del conductor eléctrico bajo atmósfera de gas protector.

De este modo se consigue igualmente el desprendimiento especialmente bajo, mencionado anteriormente de menos de 1 mm.

Para reducir drásticamente, según se ha mencionado anteriormente, la probabilidad de un defecto en el revestimiento aislante, en otra variante de realización está previsto que el revestimiento aislante se componga de al menos dos, preferentemente exctamente dos capas de aislamiento y el revestimiento aislante se produzca mediante extrusión en tándem bajo atmósfera de gas protector. Mediante la extrusión en tánden se producen independientemente entre sí las al menos dos capas de aislamiento, de modo que una obstrucción de un útil de extrusión sólo provoca un defecto en una de las capas de aislamiento. De este modo la sección defectuosa se recubre mediante las etapas de extrusión siguientes con probabilidad elevada.

Cuando, según se ha expuesto anteriormente, debido a la superficie proporcionalmente pequeña de los defectos se puede prescindir de una adherencia mejorada o se requiere un revestimeinto aislante más grueso, otra variante de realización de la invención prevé que al menos otra capa de aislamiento de plástico termoplástico se aplique por extrusión sobre el revestimiento aislante mediante extrusión en tándem, en donde la extrusión de la otra capa de aislamiento no tiene lugar bajo atmósfera de gas protector.

Preferentemente el plástico termoplástico de al menos otra capa de aislamiento está seleccionado del grupo que se compone por poliarilétercetona [PAEK], en particular poli (éter-éter-cetona) [PEEK], poliamida [PI], poliamidaimida [PAI], poliéterimida [PEI], polisulfuro de fenilo [PPS] y combinaciones de ellos.

Cuando el revestimiento aislante comprende al menos una capa de fluoropolímero, que está aplicada directamente sobre la superficie del conductor eléctrico como capa intermedia que contiene un plástico, las etapas necesarias para la producción del revestimiento aislante se pueden reducir porque al menos una capa de aislamiento y al menos una capa de fluoropolímero se produce mediante coextrusión o extrusión en tándem. Así las dos capas se pueden producir en sólo una única etapa de la producción y con una etapa de extrusión.

Para la mejora de la adherencia del revestimiento aislante en el conductor eléctrico está previsto en otra variante de realización que una capa de plasma polímero se aplique directamente sobre la superficie del conductor eléctrico mediante polimerización de un monómero gaseoso en un plasma de gas como capa intermedia que contine un plástico.

Dado que tiene importancia una elevada resistencia a la temperatura y una elevada adherencia del revestimiento aislante en el conductor eléctrico, en particular en la construcción de máquinas eléctricas, según la invención está previsto que una conductor eléctrico, aislado según la invención se use como alambre para embobinas para máquinas eléctricas, preferentemente motores eléctricos o transformadores.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La invención se explica ahora más en detalle mediante ejemplos de realización. Los dibujos son a modo de ejemplo y deben exponer las ideas de la invención, pero de ningún modo limitarlas o reproducirlas de forma concluyente.

En este caso muestra:

Fig. 1 una representación esquemática de un procedimiento según la invención;
Fig. 2a una primera variante de un conductor eléctrico aislado con sección transversal rectangular;
Fig. 2b una segunda variante de realización de un conductor eléctrico aislado con sección transversal;
Fig. 2c una tercera variante de realización de un conductor eléctrico aislado con sección transversal rectangular;
Fig. 3a-3c la primera a tercera variante de realización con sección transversal redonda.

MODOS DE REALIZACIÓN DE LA INVENCIÓN

La fig. 1 muestra una representación esquemática de un procedimiento para la producción de un conductor eléctrico aislado, según está representado en las figuras 2a a 2d o 3a a 3d. El conductor eléctrico aislado comprende un conductor eléctrico 1 de cobre, en donde también son concebibles otros materiales como por ejemplo aluminio, y un revestimiento aislante 2, que presenta al menos una capa de aislamiento 3 de plástico termoplástico, preferentemente resistente a altas temperaturas. En los siguientes ejemplos de realización, al menos una capa de aislamiento 3 está configurada como una capa de aislamiento exterior 3 y por consiguiente forma la capa más exterior del revestimiento aislante 2. No obstante se entiende en sí que en variantes de realización alternativas sobre la capa de aislamiento 3 todavía pueden estar aplicadas una o varias otras capas, preferentemente capas de aislamiento, que pueden configurar entonces la capa más exterior del revestimiento aislante 2.

En el ejemplo de realización representado, el conductor eléctrico 1 se le alimenta constantemente al procedimiento como banda o alambre a través de un desenrollado de bobina 7 y puede estar producido, por ejemplo, mediante procedimientos de conformación en frío, como estirado o laminado o extrusión, por ejemplo mediante la tecnología Conform®. Se entiende en sí que el procedimiento según la invención también se puede realizar "in-line", es decir, directamente conectado con el proceso de fabricación. En una primera etapa el conductor eléctrico 1 se limpia previamente en una unidad de limpieza previa 8 de forma mecánica, por ejemplo, mediante un procedimiento de lijado, o de forma química, por ejemplo, mediante disolventes o ácidos apropiados, a fin de retirar las suciedades del conductor eléctrico 1.

En la siguiente etapa del procedimiento, el conductor eléctrico 1 limpiado previamente llega a una unidad de tratamiento de plasma 9, en la que predomina una atmósfera de gas protector de nitrógeno, argón o hidrógeno y se ha producido un plasma de gas en forma de un plasma a baja presión con menos de 20 mbar de presión. No obstante, un plasma a baja presión también se puede producir ya con una presión de menos de 80 mbar. En este plasma a baja presión se bombardea la superficie del conductor eléctrico 1 con iones del gas protector, a fin de retirar una capa de óxido formada sobre una superficie del conductor eléctrico 1. Simultáneamente el conductor eléctrico 1 se recuece blando mediante el tratamiento de plasma y se eleva la energía superficial del conductor eléctrico 1, es decir, se activa la superficie.

Gracias a la retirada de la capa de óxido e impurezas cualesquiera de la superficie del conductor eléctrico 1, en donde puede estar previsto incluso que se retiren capas muy delgadas del mismo conductor eléctrico 1 de la superficie, y la elevación de la energía superficial se puede mejorar de forma decisiva la adherencia entre el conductor eléctrico 1 de cobre y el revestimiento aislante 2 aplicado sobre el conductor eléctrico 1.

En la primera variante de realización del conductor eléctrico aislado según la invención, representado en la figura 2a como conductor plano con sección transversal rectangular y en la fig. 3a con sección transversal redonda, el revestimiento aislante 2 sólo se compone de una capa de aislamiento 3. La capa de aislamiento 3 presenta a este respecto una resistencia a la temperatura por encima de 180 ºC, preferentemente por encima de 220 ºC, de modo que el conductor eléctrico también se puede usar con temperaturas de funcionamiento elevadas. La capa de aislamiento exterior 3 está hecha a este respecto de poli (éter-éter-cetona) [PEEK], que presenta tanto la elevada resistencia a la temperatura, como también una elevada resistencia respecto a un gran número de sustancias orgánicas e inorgánicas. Alternativamente a ello la capa de aislamiento exterior 3 también puede estar hecha de polisulfuro de fenileno [PPS] o comprender PEEK y/o PPS.

Para conseguir la elevada adherencia entre el conductor eléctrico 1 y la capa de aislamiento exterior 3, el conductor eléctrico 1 llega tras atravesar la unidad de tratamiento de plasma 9 a la unidad de extrusión 11, en la que la capa de aislamiento 3 se aplica por extrusión sobre el conductor eléctrico 1. A este respecto, el conductor eléctrico 1 se precalienta a una temperatura de al menos 200 ºC, preferentemente al menos 300 ºC. Para impedir la nueva configuración de una capa de óxido, la extrusión como también el transporte del conductor 1 se realizan bajo atmósfera de gas protector en la unidad de extrusión 11. Un conductor eléctrico aislado producido de esta manera se puede usar, por ejemplo, como alambre para embobinar, en inglés habitualmente también como "magnet wire", en una máquina eléctrica, como un motor eléctrico o un transformador. El espesor de la capa de aislamiento exterior 3 es en el presente ejemplo de realización por ejemplo 30 µm.

En particular cuando la capa aislante 3 se compone de una poliarilétercetona [PAEK] como poli (éter-éter-cetona) [PEEK], de este modo se consiguen propiedades de adherencia especialmente buenas. Así el desprendimiento de la capa de aislamiento 3 del conductor eléctrico 1 queda de manera habitual bastante por debajo de 1 mm, en particular es de como máximo 0,2 mm, preferentemente como máximo 0,1 mm, preferiblemente como máximo 0,05 mm, de forma especialmente preferida como máximo 0,01 mm. Aun cuando en el casod el plástico termoplástico de la capa de aislamiento 3 se trata de poliimida [PI], poliamidaimida [PAI], poliéterimida [PEI], polisulfuro de fenileno [PPS] se pueden conseguir propiedades de adherencia aumentadas.

En general al menos una capa de aislamiento 3 también puede comprender dos, tres, cuatro o más capas de aislamiento individuales 3, que todas se producen bajo atmósfera de gas protector en la unidad de extrusión 11. De este modo se puede reducir drásticamente la probabilidad de defectos en el revestimiento aislante 2, dado que los defectos en la más inferior de las capas de aislamiento 3 se compensan por las siguientes capas de aislamiento 3. Para una producción semejante son apropiados en particular procedimientos de extrusión en tándem.

Adicionalmente o en lugar de ello también puede estar previsto que otras capas de aislamiento, que están construidas preferentemente de forma análoga a al menos una capa de aislamiento 3, es decir, se componen en particular de una poliarilétercetona [PAEK] como poli (éter-éter-cetona) [PEEK] u otro de los plásticos mencionados anteriormente, se aplican sobre el revestimiento aislante 2 fuera de la atmósfera de gas protector en otra unidad de extrusión 12.

Para elevar aún más la adherencia entre el revestimiento aislante 2 y el conductor eléctrico 1 alternativamente a la primera variante de realización, en la segunda variante de realización representada en las fig. 2b y 3b, el revestimiento aislante 2 comprende junto a la capa de aislamiento 3 de PEEK o PPS una capa intermedia que contiene un plástico en forma de una capa de plasma polímero 4. Esta capa de plasma polímero 4 se produce en el procedimiento según la invención en una unidad de plasma polimerización 10, que está dispuesta después de la unidad de tratamiento de plasma 9 y antes de la unidad de extrusión 11. También es concebible que el tratamiento de plasma y la plasma polimerización se realicen en un dispositivo combinado. Después de que se ha retirado la capa de óxido y se ha elevado la energía superficial, véase arriba, en la unidad de plasma polimerización 10 se configura la capa de plasma polímero 4 sobre la superficie del conductor eléctrico 1, en tanto que un monómero gaseoso, como etileno, butenol, acetona o tetrafluorometano [CF_4] se activa mediante el plasma y se configuran de este modo macromoléculas de alta reticulación de diferente longitud de cadena y una fracción de radicales libres, que se depositan como capa de plasma polímero 4 sobre la superficie del conductor eléctrico 1. En el presente ejemplo de realización, la capa de plasma polímero 4 así originada tiene un espesor menor de 1 µm y se adhiere de forma especialmente adecuada en la superficie activada y sin óxido del conductor eléctrico 1.

La capa de aislamiento exterior 3 se aplica por extrusión de nuevo en la unidad de extrusión 11, según se describe arriba, sobre la capa de plasma polímero 4, en donde la adherencia entre la capa de plasma polímero 4 y capa de aislamiento exterior 3 es elevada.

En la tercera variante de realización, reproducida en las figuras 2c y 3c, el revestimiento aislante 2 comprende junto a la capa de aislamiento exterior 3 de PEEK una capa intermedia que contiene un plástico, configurada como capa de fluoropolímero 5 de politetrafluoroetileno [PTFE] o perfluoro-etileno-propileno [FEP], que está aplicada directamente sobre la superficie del conductor eléctrico 1 y mejora aún más la adherencia entre el conductor eléctrico 1 y la capa de aislamiento exterior 3. La capa de fluoropolímero 5 se produce conjuntamente con la capa de aislamiento exterior 3 en la unidad de extrusión 11 mediante un procedimiento de coextrusión o extrusión en tándem. En este caso en el presente ejemplo de realización, el espesor de la capa de fluoropolímero 5 es por ejemplo de 30 µm.

El conductor eléctrico aislado se enfría de forma controlada después de la aplicación por extrusión de la capa de aislamiento 3, por ejemplo, mediante enfriamiento por aire, y se guía a través de una serie de rodillos de prensado, que mejoran aún más la adherencia al ejercer presión sobre el conductor eléctrico aislado. A continuación el conductor eléctrico aislado se enrolla sobre un enrollador de bobina 13.

En el caso de los dispositivos representados en la fig. 1 se trata de un resumen en el que están mostrados todos los dispositivos que son necesarios para la producción de las variantes de realización individuales. Mientras que son independientes el orden, de derecha a izquierda, de los dispositivos atravesados de la variante de realización y en cualquier caso se deben atravesar la unidad de tratamiento de plasma 9 y la unidad de extrusión 11, en el caso de la unidad de plasma polimerización 9 y la otra unidad de extrusión 12 se trata de dispositivos adicionales, que sólo se

usan durante la producción de variantes de realización específicas. Se entiende en sí que en lugar de un procedimiento de coextrusión o extrusión en tándem también se puede realizar secuencialmente varias extrusiones individuales.

LISTA DE REFERENCIAS

1 Conductor eléctrico
2 Revestimiento aislante
3 Capa de aislamiento
4 Capa de plasma polímero
5 Capa de fluoropolímero
6 Capa metálica
7 Desenrollado de bobina
8 Unidad de limpieza previa
9 Unidad de tratamiento de plasma
10 Unidad de plasma polimerización
11 Unidad de extrusión
12 Otra unidad de extrusión
13 Enrollador de bobina

REIVINDICACIONES

1. Conductor eléctrico aislado que comprende
un conductor eléctrico (1), preferentemente de cobre o aluminio, con un revestimiento aislante (2), en donde el revestimiento (2) comprende o
al menos una capa de aislamiento (3) de plástico termoplástico
o

al menos una capa de aislamiento (3) de plástico termoplástico y
una capa intermedia (4, 5) que contiene un plástico, preferentemente una capa de plasma polímero (4) o al menos una capa de fluoropolímero (5),

obtenible mediante un procedimiento en el que el conductor eléctrico (1) se bombardea con iones del gas protector bajo una atmósfera de gas protector en un plasma de gas, a fin de retirar una capa de óxido configurada sobre una superficie del conductor eléctrico (1) y/o elevar la energía superficial del conductor eléctrico (1),
y a continuación o
al menos una capa de aislamiento (3) se aplica directamente sobre la superficie del conductor eléctrico (1) bajo atmósfera de gas protector,
o en el caso de que el revestimiento (2) comprende la capa intermedia (4, 5) que contiene un plástico,
al menos la capa intermedia (4, 5) que contiene un plástico se aplica directamente sobre la superficie del conductor eléctrico (1) bajo atmósfera de gas protector.
al menosal menos

2. Conductor eléctrico aislado según la reivindicación 1, **caracterizado porque** el conductor eléctrico (1) está dispuesto de forma continua bajo atmósfera de gas protector hasta la aplicación del revestimiento aislante (2) a fin de impedir la configuración de una nueva capa de óxido sobre la superficie del conductor eléctrico (1).

3. Conductor eléctrico aislado según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** en el caso del plasma de gas para el bombardeo del conductor eléctrico se trata de un plasma a baja presión, preferentemente con una presión por debajo de 80 mbar.

4. Conductor eléctrico aislado según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** el revestimiento aislante (2), en particular al menos una capa de aislamiento (3), presenta una resistencia a la temperatura de al menos 180 ºC, preferentemente de al menos 200 ºC, en particular de al menos 220 ºC.

5. Conductor eléctrico aislado según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** al menosel plástico termoplástico de al menos una capa de aislamiento (3) está seleccionado del grupo que se compone por poliarilétercetona [PAEK], poliamida [PI], poliamidaimida [PAI], poliéterimida [PEI], polisulfuro de fenilo [PPS] y combinaciones de ellos.

6. Conductor eléctrico aislado según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** el plástico termoplástico deal menos una capa de aislamiento (3) es una poliarilétercetona [PAEK] seleccionada del grupo que se compone por poli (éter-cetona) [PEK], poli (éter-éter-cetona) [PEEK], poli (éter-cetona-cetona) [PEKK], poli (éter-éter-cetona-cetona) [PEEKK], poli (éter-cetona-éter-cetona-cetona) [PEKEKK] y combinaciones de ellas.

7. Conductor eléctrico aislado según una de las reivindicaciones 1 a 6, **caracterizado porque** al menos una capa de aislamiento (3) presenta un espesor entre 10 y hasta 1000 µm, preferentemente entre 25 µm y 750 µm, de forma especialmente preferida entre 30 µm y 500 µm, en particular entre 50 µm y 250 µm.

8. Conductor eléctrico aislado según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** al menos una capa de aislamiento (3) se puede producir mediante un procedimiento de extrusión.

9. Conductor eléctrico aislado según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** el revestimiento aislante (2) se compone de al menos una capa de aislamiento exterior (3).

10. Conductor eléctrico aislado según la reivindicación 9, **caracterizado porque** el revestimiento aislante (2) se compone de una capa de aislamiento (3).

11. Conductor eléctrico aislado según la reivindicación 9, **caracterizado porque** el revestimiento aislante (2) se compone de al menos dos, preferentemente exactamente dos capas de aislamiento (3).

12. Conductor eléctrico aislado según una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado porque** al menos otra capa de aislamiento de plástico termoplástico está aplicada sobre el revestimiento aislante (2), en donde al menos otra capa de aislamiento no se aplica bajo atmósfera de gas protector.

13. Conductor eléctrico aislado según la reivindicación 12, **caracterizado porque** el plástico termoplástico de al menos otra capa de aislamiento está seleccionado del grupo que se compone por poliarilétercetona [PAEK], preferentemente poli (éter-éter-cetona) [PEEK], poliamida [PI], poliamidaimida [PAI], poliéterimida [PEI], polisulfuro de fenilo [PPS] y combinaciones de ellos.

14. Conductor eléctrico aislado según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** el revestimiento aislante (2) presenta al menos una capa de fluoropolímero (5)
y **porque** en el caso de la capa intermedia que contiene un plástico, aplicada directamente sobre la superficie del conductor eléctrico (1) se trata de la capa de fluoropolímero (5).

15. Conductor eléctrico aislando según la reivindicación 14, **caracterizado porque** la capa de fluoropolímero (5) comprende politetrafluoroetileno [PTFE] o perfluoro-etileno-propileno [FEP].

16. Conductor eléctrico aislado según una de las reivindicaciones 14 a 15, **caracterizado porque** el espesor de al menos una capa de fluoropolímero (5) está entre 1 µm y 120 µm, preferentemente entre 5 µm y 100 µm, de forma especialmente preferida entre 10 µm y 80 µm, en particular entre 20 µm y 50 µm.

17. Conductor eléctrico aislado según una de las reivindicaciones 1 a 16, **caracterizado porque** todo el revestimiento aislante (2) se aplica sobre el conductor eléctrico (1) bajo atmósfera de gas protector.

18. Procedimiento para la producción de un conductor eléctrico aislado, que presenta las siguientes etapas del procedimiento:

- bombardeo de un conductor eléctrico (1) dispuesto bajo una atmósfera de gas protector, preferentemente de cobre o aluminio, con iones del gas protector en un plasma de gas, preferentemente un plasma a baja presión, a fin de retirar una capa de óxido configurada sobre la superficie del conductor eléctrico (1) y/o elevar la energía superficial del conductor eléctrico (1);
- aplicación de un revestimiento aislante (2) sobre la superficie del conductor eléctrico (1), en donde el revestimiento aislante (2) o
comprende al menos una capa de aislamiento (3) de plástico termoplástico,
o
comprende al menos una capa de aislamiento (3) de plástico termoplástico y
una capa intermedia (4, 5) que contiene un plástico, preferentemente una capa de plasma polímero (4) o al menos una capa de fluoropolímero (5),
en donde o
al menos una capa de aislamiento (3) se aplica directamente sobre la superficie del conductor eléctrico (1) bajo atmósfera de gas protector
o en el caso de que el revestimiento (2) comprende la capa intermedia (4, 5) que contiene un plástico,
al menos la capa intermedia (4, 5) que contiene un plástico se aplica directamente sobre la superficie del conductor eléctrico (1) bajo atmósfera de gas protector.

19. Procedimiento según la reivindicación 18, **caracterizado porque** el plástico termoplástico de al menos una capa de aislamiento (3) está seleccionado del grupo que se compone por poliarilétercetona [PAEK], poliamida [PI], poliamidaimida [PAI], poliéterimida [PEI], polisulfuro de fenilo [PPS] y combinaciones de ellos.

20. Procedimiento según una de las reivindicaciones 18 a 19, **caracterizado porque** el plástico termoplástico de al menos una capa de aislamiento (3) es una poliarilétercetona [PAEK] seleccionada del grupo que se compone por poli (éter-cetona) [PEK], poli (éter-éter-cetona) [PEEK], poli (éter-cetona-cetona) [PEKK], poli (éter-éter-cetona-cetona) [PEEKK], poli (éter-cetona-éter-cetona-cetona) [PEKEKK] y combinaciones de ellas.
al menosal menos

21. Procedimiento según una de las reivindicaciones 18 a 20, **caracterizado porque** al menos una capa de aislamiento (3) se aplica por extrusión.

22. Procedimiento según una de las reivindicaciones 18 a 21, **caracterizado porque** el conductor eléctrico (1) se lleva a una temperatura de al menos 200 ºC, preferentemente al menos 400 ºC, antes de la aplicación del revestimiento aislante (2).

23. Procedimiento según la reivindicación 21 o 22, **caracterizado porque** el conductor eléctrico aislado se enfría tras la aplicación por extrusión de al menos una capa de aislamiento (3) en función de la resistencia a alcanzar de al menos una capa de aislamiento (3).

24. Procedimiento según una de las reivindicaciones 21 a 23, **caracterizado porque** el conductor eléctrico aislado (1) se guía tras la aplicación por extrusión de al menos una capa de aislamiento (3) a través de rodillos, preferentemente rodillos de apriete.

25. Procedimiento según una de las reivindicaciones 21 a 24, **caracterizado porque** el revestimiento aislante (2) se compone de al menos una capa de aislamiento exterior (3).

26. Procedimiento según la reivindicación 25, **caracterizado porque** el revestimiento aislante (2) se compone se compone de al menos dos, preferentemente exactamente dos capas de aislamiento (3) y el revestimiento aislante (2) se produce mediante extrusión en tándem bajo atmósfera de gas protector.

27. Procedimiento según una de las reivindicaciones 25 o 26, **caracterizado porque** al menos otra capa de aislamiento de plástico termoplástico se aplica por extrusión sobre el revestimiento aislante (2) mediante extrusión en tándem, en donde la extrusión de al menos otra capa de aislamiento no tiene lugar bajo atmósfera de gas protector.

28. Procedimiento según la reivindicación 27, **caracterizado porque** el plástico termoplástico de al menos otra capa de aislamiento está seleccionado del grupo que se compone por poliarilétercetona [PAEK], en particular poli (éter-éter-cetona) [PEEK], poliamida [PI], poliamidaimida [PAI], poliéterimida [PEI], polisulfuro de fenilo [PPS] y combinaciones de ellos.

29. Procedimiento según una de las reivindicaciones 21 a 24, **caracterizado porque** el revestimiento aislante (2) comprende al menos una capa de fluoropolímero (5)
y **porque** la capa de fluoropolímero (5) se aplica directamente sobre la superficie del conductor eléctrico (1) como capa intermedia que contiene un plástico del revestimiento aislante (4).

30. Procedimiento según la reivindicación 29, **caracterizado porque** al menos una capa de fluoropolímero (5) y al menos una capa de aislamiento (3) se produce mediante coextrusión o extrusión en tándem.

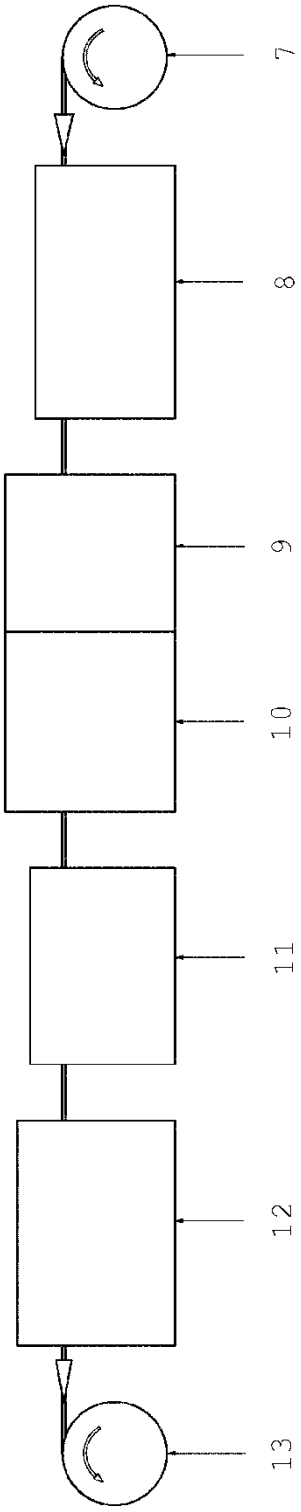

Fig. 1

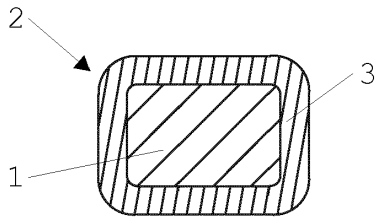

Fig. 2a

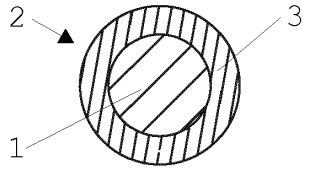

Fig. 3a

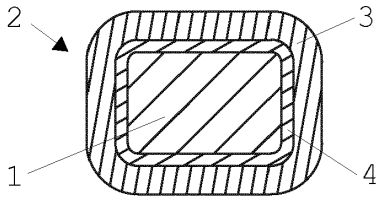

Fig. 2b

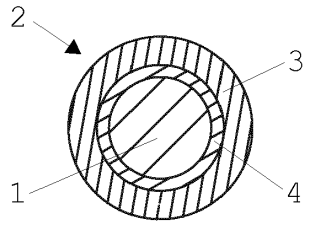

Fig. 3b

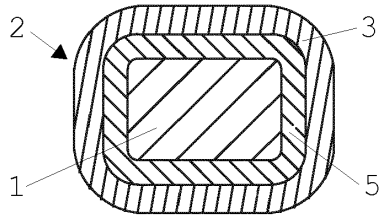

Fig. 2c

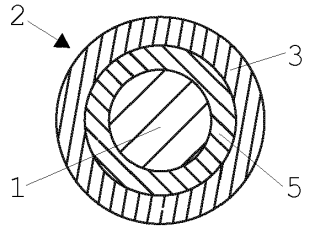

Fig. 3c