

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 656 065**

51 Int. Cl.:

H01B 7/29	(2006.01)
H02K 3/02	(2006.01)
H02K 3/40	(2006.01)
H02K 3/52	(2006.01)
H01B 3/52	(2006.01)
H02K 3/30	(2006.01)
H05K 9/00	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.02.2015 PCT/EP2015/054070**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **03.09.2015 WO15128432**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.02.2015 E 15709434 (3)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.10.2017 EP 3078033**

54 Título: **Papel antiefluvios conductor, particularmente para la protección antiefluvios exterior**

30 Prioridad:

28.02.2014 DE 102014203744

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

23.02.2018

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**KLAUSSNER, BERNHARD;
LANG, JIRI;
LANG, STEFFEN;
LITINSKY, ALEXANDER;
SCHMIDT, GUIDO;
SCHULZ-DROST, CHRISTIAN;
SCHÄFER, KLAUS;
STAUBACH, CHRISTIAN y
EDER, FLORIAN**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 656 065 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

Papel antiefluvios conductor, particularmente para la protección antiefluvios exterior

5 La invención se relaciona con un papel antiefluvios conductor para el empleo en un sistema de protección antiefluvios para una máquina eléctrica, por ejemplo, una máquina de alta tensión, como un generador para la producción de energía eléctrica, un motor eléctrico, pero también otro material eléctrico con una mayor tensión nominal como transformadores, bujes, cables, etc.

10 Cada vez se desarrollan máquinas más potentes, como por ejemplo generadores, pues la avanzada tecnología exige densidades de potencia cada vez mayores. Un generador de alta potencia, como por ejemplo un turbogenerador, presenta particularmente un soporte (estator) con un apilamiento de láminas del soporte y una pluralidad de ranuras del generador, en las que se encuentra el devanado del generador.

15 El aislamiento principal de este devanado frente al apilamiento de láminas es un sistema muy solicitado eléctricamente. Durante la operación surgen altas tensiones, que tienen que eliminarse en el volumen de aislamiento entre la varilla conductora presente a alta tensión y el apilamiento de láminas situado a potencial de tierra. En los bordes de las láminas en el apilamiento de láminas se producen además picos de campo, que provocan a su vez descargas parciales. Estas descargas parciales conducen, al impactar con el sistema de aislamiento, localmente a calentamientos muy fuertes. Además, los materiales orgánicos del sistema de aislamiento, incluidos los del sistema de protección antiefluvios exterior, se desintegran sucesivamente en productos volátiles de bajo peso molecular, por ejemplo, en CO₂.

20 Un componente importante del sistema de aislamiento es la llamada protección antiefluvios exterior (AGS). En generadores y electromotores mayores se aplica directamente sobre la superficie del aislamiento del devanado. La AGS consiste actualmente en papeles antiefluvios que contengan hollín y grafito.

25 Como sistemáticamente ante todo la superficie límite entre la AGS y el aislamiento principal no puede producirse completamente libre de poros, con campos eléctricos correspondientemente altos en el sistema de aislamiento se produce una actividad de descarga parcial eléctrica correspondientemente alta, que quema con el tiempo completamente la protección antiefluvios exterior durante la operación y, por consiguiente, un envejecimiento anticipado del aislamiento y, en el peor de los casos, una conexión a tierra de la máquina eléctrica. Esto corresponde a un fallo completo irreparable de la máquina.

30 La protección antiefluvios exterior tiene que presentar una determinada resistencia cuadrática, que se encuentre en un determinado rango. Si fuera demasiado pequeña, los apilamientos de láminas podrían cortocircuitarse eléctricamente, lo que podría conducir a corrientes circulantes altamente inducidas, que se abran sobre los extremos del apilamiento de láminas y la protección antiefluvios exterior y conduzcan a arcos eléctricos de alta corriente. En el caso de una resistencia demasiado alta, podría producirse de nuevo erosión por chispas de alta tensión. La resistencia en el sistema de protección antiefluvios exterior sería idealmente ajustable, de forma que pudiera producirse una anisotropía, que presentara conductividad elevada en dirección radial, o sea del conductor que transporta la corriente al apilamiento de láminas, y una resistencia incrementada, o sea baja conductividad, en la dirección de la barra.

35 Objeto de la presente invención es, por tanto, superar los inconvenientes del estado actual de la técnica de proporcionar un papel antiefluvios resistente a las descargas parciales y eléctricamente conductor.

40 Este objeto se resuelve mediante el objeto de la presente invención, como se muestra en la descripción y las reivindicaciones.

Correspondientemente, es objeto de la presente invención un papel antiefluvios, comprendiendo partículas planas y recubiertas de manera eléctricamente conductora, donde para el ajuste selectivo de la conductividad eléctrica se agregan partículas globulares a las partículas planas.

Según un modo de operación favorable de la invención se añaden fibras de refuerzo al papel antiefluvios.

45 Según otro modo de operación favorable de la invención, en la producción del papel antiefluvios se precarga un tejido, alrededor del cual y/o en cuyas mallas se forma el papel antiefluvios. El tejido puede, en función del tamaño de las mallas, contener papel antiefluvios con o también sin fibras de refuerzo. En cada caso, la cantidad de fibras de refuerzo necesaria para estabilizar el papel se reduce correspondientemente al existir un tejido.

50 En la producción de papel antiefluvios, las partículas en forma de plaquitas y recubiertas de manera conductora se disponen en forma de capas, de forma que las partículas se dispongan considerablemente paralelas unas respecto

- de otras, donde las partículas directamente superpuestas se solapan formando superficies de contacto. Entre las superficies de contacto se forman interacciones como consecuencia de las fuerzas de van-der-Waals y los enlaces por puente de hidrógeno, que otorgan al papel antiefluvios una alta resistencia mecánica y, con ello, una forma estable. Los siguientes procedimientos conocidos se pueden emplear por ejemplo para la producción del papel antiefluvios: procedimiento de criba redonda (Cylinder Mould) y procedimiento de Fourdrinier.
- 5
- Para la mejora de las propiedades mecánicas (por ejemplo, resistencia, procesabilidad, etc.), se agregan al papel antiefluvios, por ejemplo, fibras de base orgánica o inorgánica. Las fibras orgánicas pueden representarse por ejemplo mediante meta-/para-aramida o poliéster (PET). Las fibras inorgánicas pueden ser, por ejemplo, fibras de vidrio.
- 10
- En un modo de operación, las dimensiones de las fibras se hallan diametralmente en el rango nanométrico, o sea por ejemplo de 1 a 500 nm y/o en el rango de los mm como de 0,5 a 10 mm. La longitud de las fibras es siempre mayor en órdenes de magnitud, por ejemplo, del rango de los mm hasta el rango de los cm, preferentemente de una cifra.
- 15
- Según un modo de operación de la invención, el papel antiefluvios se refuerza con un tejido y/o fibras, donde entonces se obtiene por ejemplo también una banda antiefluvios. El procedimiento para la producción de la banda antiefluvios comprende por ejemplo los siguientes pasos procedimentales: mezcla de una dispersión, que comprenda partículas planas resistentes a las descargas parciales y eléctricamente conductoras, con un fluido portador; generación de un sedimento mediante sedimentación de la dispersión, por lo cual las partículas planas se disponen esencialmente en forma de capas planoparalelas en el sedimento; introducción de un tejido en el
- 20
- sedimento y extracción del fluido portador del sedimento.
- Según una ordenación favorable de la invención, el tejido existe de manera reticulada, de forma que en la estructura reticular haya mallas, que puedan rellenarse con papel antiefluvios. Por ejemplo, se forma -también- dentro de las mallas una zona con papel antiefluvios.
- 25
- Según un modo de operación favorable de la invención, el conjunto de partículas comprende partículas en forma de plaquitas y esféricas, donde las partículas en forma de plaquitas existen de manera particularmente preferente con una razón de aspecto de por lo menos 10, o sea con una razón de longitud de plaquita a grosor de plaquita de al menos 10.
- Las partículas comprenden preferentemente un núcleo resistente a las descargas parciales y un revestimiento resistente a las descargas parciales, que sea conductor.
- 30
- El término "resistente a las descargas parciales" se refiere además a materiales, que - por ejemplo - con descargas parciales en el aire sean resistentes a la oxidación o que, por lo demás, con descargas parciales se mantengan estables, como las cerámicas y/o vidrios.
- Según un modo de operación favorable, el núcleo resistente a las descargas parciales es de un material cerámico o tipo vidrio, que presente preferentemente una baja densidad y sea preferentemente mica, harina de cuarzo, óxido de aluminio o plaquitas de vidrio.
- 35
- En una estructura plana de las partículas se logra un contacto mejorado de las partículas conductoras entre ellas. Preferentemente, el material que recubre las partículas es un óxido metálico y se selecciona del grupo que comprende óxido de estaño, óxido de zinc, estannato de zinc, dióxido de titanio, óxido de plomo o carburo de silicio no oxidado. El elemento de dopaje se selecciona preferentemente del grupo: antimonio, indio, cadmio.
- 40
- En la producción del aislamiento se enrolla el papel antiefluvios alrededor del conductor a aislar y se impregna con una resina. A continuación se cura el conjunto de la resina y el papel antiefluvios. Adicional o alternativamente, el papel antiefluvios puede estar aplicado sobre un tejido de refuerzo de vidrio o plástico, como poliéster y/o PET, donde un tejido como refuerzo confiere estabilidad adicional al papel antiefluvios. Un adhesivo o una matriz polimérica una opcionalmente el tejido y el papel antiefluvios a una banda de mica.
- 45
- Un aspecto particular de la invención es la mezcla de partículas esféricas y planas. Gracias a la DE 102010009462.5 se sabe, que para la producción de la protección antiefluvios exterior se utilizan partículas en forma de plaquitas planas, que mediante su alineación durante el proceso productivo y su recubrimiento conductor producen caminos de conductividad, a lo largo de los cuales la conductividad es alta y la resistencia es baja. Resulta desfavorable allí que la conductividad perpendicular, o sea en dirección radial, donde las partículas en forma de plaquitas tienen sólo una expansión muy pequeña, es considerablemente baja. Tal y como se ha indicado anteriormente, sería sin embargo deseable la conductividad precisamente en esta dirección radial.
- 50

Preferentemente se utilizan las partículas de una microescala, por ejemplo, las plaquitas tienen un ancho y longitud en el rango de los micrómetros, o sea por ejemplo en el rango de 1 a 300 nm, particularmente de 1 a 100 nm y de manera particularmente preferente de 1 a 40 nm, mientras que su diámetro en la dirección del grosor se encuentra en el rango nanométrico, o sea entre 50 y 1000 nm, particularmente en el rango de 100 nm a 1000 nm. Las partículas esféricas tienen, por ejemplo, un diámetro en el rango de 0,5 a 50 nm, particularmente de 1 a 10 nm.

Las partículas globulares se introducen, por ejemplo, en una proporción de hasta un tercio de la cantidad total de partículas.

La geometría plana, así como la alineación del material de relleno en la protección antiefluvios, perpendicular a la carga de campo, amplían claramente la vía de erosión mediante la protección antiefluvios en comparación con una protección antiefluvios, que consista sólo en materiales de relleno globulares. Por eso la proporción de las partículas esféricas añadidas a las partículas en forma de plaquitas en el campo de tensión ha de seleccionarse entre el aumento de la vía de erosión mediante partículas lo más completamente en forma de plaquitas posible y el ajuste de una conductividad anisótropa mediante partículas globulares.

Según un modo de operación favorable del procedimiento, al mezclar la dispersión de partículas con el fluido portador se añade aún un agente de funcionalización, que está distribuido en el fluido portador y tiene una proporción de masa en la dispersión, que, relativamente a la proporción de masa de las partículas, corresponda a una razón de masas predeterminada.

Antes de la mezcla de la dispersión, se forman las partículas preferentemente con una capa fina esencialmente monomolecular sobre la superficie de las partículas, donde la capa fina se elabora a partir de otro agente de funcionalización. La reacción química para el acoplamiento de las partículas se lleva a cabo entre la capa fina y el agente de funcionalización.

A la dispersión de las partículas con la capa fina esencialmente monomolecular y el fluido portador se aplican alternativamente de manera preferente partículas, que tengan una capa fina esencialmente monomolecular, que sea diferente de la capa fina de las partículas existentes inicialmente en la dispersión. La reacción química para el acoplamiento de las partículas se lleva a cabo entre dos o más capas finas diferentes.

Según otro modo de operación favorable del procedimiento, tras la extracción del fluido portador del sedimento se añade aún un paso procedimental, en el que se aporta energía al sedimento para superar la energía de activación de la reacción química del agente de funcionalización con las partículas, que con acoplamiento de las partículas vía el agente de funcionalización desde el sedimento forma el conjunto de partículas, donde la razón de masas se determina previamente de tal manera, que el conjunto de partículas tenga una estructura porosa. El acoplamiento de las partículas configurado de este modo refuerza las interacciones de las partículas entre ellas, de forma que el conjunto de partículas tenga favorablemente una resistencia suficiente para la producción de papel.

El agente de funcionalización se selecciona preferentemente de tal manera, que sea un plástico, particularmente un termoplástico. El plástico se selecciona preferentemente de tal manera, que sea un alcohol de poliolefina, particularmente polietilenglicol, o un alcohol de polivinilo no completamente hidrolizado con una masa molecular entre 1000 y 4000, o un polialquilsiloxano, particularmente polidimetilsiloxano terminado en metoxi, o un poliéster de silicona. Además, el agente de funcionalización se selecciona preferentemente de tal manera, que sea un alcoxisilano y forme una capa fina esencialmente monomolecular sobre la superficie de las partículas. El alcoxisilano se selecciona preferentemente de tal manera, que presente grupos epóxido, particularmente 3-glicidoxipropiltrimetoxisilano, o grupos amino, particularmente 3-aminopropiltriethoxisilano. Además, el agente de funcionalización se selecciona preferentemente de tal manera, que tenga partículas, particularmente nanopartículas, de dióxido de silicio, que tengan funcionalidades epoxídicas superficiales.

El procedimiento conforme a la invención se realiza preferentemente de tal manera, que la energía para superar la energía de activación se aporte en forma de calor y/o radiación al sedimento con el tejido. Además, el procedimiento conforme a la invención se efectúa preferentemente de tal manera, que la extracción del fluido portador se lleve a cabo mediante filtración y posterior suministro de calor. La extracción del disolvente mediante suministro de calor y el suministro de calor para superar la energía de activación pueden realizarse favorablemente en un paso procedimental. Además, el fluido portador se selecciona preferentemente de tal manera, que sea agua.

Según un modo de operación favorable, la extracción del sedimento se lleva a cabo tras la adición del tejido mediante filtración, de forma que las partículas en forma de plaquitas se aspiren a través del tejido.

Mediante la introducción del tejido se produce un engranaje mecánico del sedimento con el tejido. Esto no sólo simplifica el proceso productivo, sino que crea también un mejor acoplamiento de las partículas al tejido.

El fluido portador es preferentemente un disolvente, en el que sea soluble el agente de funcionalización, donde el agente de funcionalización está disuelto en el disolvente. El agente de funcionalización se selecciona preferentemente de tal manera, que forme una capa fina esencialmente monomolecular sobre la superficie de las partículas. La reacción química para el acoplamiento de las partículas se lleva a cabo entre las capas finas.

- 5 El papel antiefluvios puede aplicarse sin refuerzo, o sea sin tejido de refuerzo. En el caso, la presente invención ofrece la ventaja de que la presentación sin refuerzo del papel eléctricamente conductor a base de partículas de óxido de estaño recubiertas posibilita una unión libre de superficies límite del papel al aislamiento principal.

- 10 La adición de fibras para el refuerzo puede ajustarse a voluntad, por ejemplo las fibras pueden añadirse en una proporción del 5 al 50% en peso; de este modo se obtienen las variaciones posibles, que, con una alta proporción de fibras orgánicas, posibilitan la producción de un papel mecánicamente estable para el empleo como aislamiento conductor de ranuras de un sistema de aislamiento de baja tensión con el resultante aumento de las tensiones de aparición de las descargas parciales (los picos de campo en los bordes de las láminas se reducen).

A la inversa, una menor proporción de fibras orgánicas conlleva la producción de una banda antiefluvios sin refuerzo, particularmente una banda antiefluvios exterior para sistemas de aislamiento de alta tensión.

- 15 Alternativamente al empleo en forma de paquetes discretos, el papel conductor sin refuerzo a base de partículas de óxido de estaño puede utilizarse como capa semiconductor unidireccional de materiales compuestos.

Mediante la adición de partículas globulares pueden ajustarse diversas conductividades

- 20 En el modo de operación de la invención con tejidos puede, para la producción de la banda antiefluvios, impregnarse una banda en un procedimiento de vacío-presión. De este modo se origina una muy buena unión del arrollamiento de banda de mica y el arrollamiento antiefluvios exterior.

En la producción se alinean las partículas planas, de forma que se obtenga una extensión de la vía de erosión, que prolongue la vida útil de todo el sistema de aislamiento.

- 25 La invención se relaciona con un papel antiefluvios para el empleo en un sistema antiefluvios para una máquina eléctrica, por ejemplo, una máquina de alta tensión. El papel antiefluvios se produce, en el caso más simple, mediante compactado de partículas planas resistentes a las descargas parciales y conductoras, aunque puede contener tanto fibras de refuerzo, como también un tejido.

REIVINDICACIONES

1. Papel antiefluvios, comprendiendo partículas planas y recubiertas de manera eléctricamente conductora, donde para el ajuste selectivo de una conductividad eléctrica anisótropa se mezclan partículas globulares con las partículas planas.
- 5 2. Papel antiefluvios según la reivindicación 1, donde las partículas tienen un núcleo resistente a las descargas parciales y un revestimiento resistente a las descargas parciales, que sea conductor.
3. Papel antiefluvios según una de las anteriores reivindicaciones, donde en el papel antiefluvios hay contenidas fibras de refuerzo.
4. Papel antiefluvios según la reivindicación 3, donde las fibras de refuerzo tienen una base orgánica o inorgánica.
- 10 5. Papel antiefluvios según una de las anteriores reivindicaciones, donde en el papel antiefluvios hay contenido un tejido para la estabilización y como refuerzo.
6. Papel antiefluvios según una de las anteriores reivindicaciones, donde las partículas están recubiertas con un óxido metálico.
- 15 7. Papel antiefluvios según una de las anteriores reivindicaciones, donde las partículas están recubiertas con un óxido metálico dopado.