

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 608 786**

51 Int. Cl.:

H01B 3/30 (2006.01)

H01K 3/30 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **24.10.2013** **PCT/EP2013/072291**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.05.2014** **WO14079647**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **24.10.2013** **E 13783319 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.09.2016** **EP 2923362**

54 Título: **Alambre esmaltado**

30 Prioridad:

23.11.2012 DE 102012111372

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

17.04.2017

73 Titular/es:

SCHWERING & HASSE ELEKTRODRAHT GMBH
(100.0%)

Pyrmonter Straße 3-5
32676 Lügde, DE

72 Inventor/es:

HAASE, ROXANA y
REICHER, JOHANN

74 Agente/Representante:

LEHMANN NOVO, María Isabel

ES 2 608 786 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

Alambre esmaltado

La invención se refiere a un alambre esmaltado, especialmente a un alambre esmaltado de cobre o a un alambre esmaltado de aluminio.

Los alambres esmaltados de cobre y/o de aluminio se conocen perfectamente en la práctica. Estos alambres esmaltados se emplean en máquinas eléctricas para la generación de campos eléctricos. Para ello, se dispone una pluralidad de bobinas del alambre esmaltado, por ejemplo en una ranura. El rendimiento de las máquinas conocidas en la práctica depende del aprovechamiento disponible de la superficie de la ranura y del porcentaje de la superficie activa (factor de relleno de ranuras). Para obtener la resistencia eléctrica necesaria, los alambres esmaltados se recubren de una capa aislante. En el caso de los alambres aislados mediante esmalte conocidos por la práctica, la capa aislante tiene que presentar un grosor mínimo exigido para conseguir las propiedades eléctricas necesarias como, por ejemplo, la resistencia a descargas disruptivas. El grosor de capa mínimo exigido es, por lo tanto, uno de los factores de limitación para la obtención de factores de relleno de ranuras más altos.

Por consiguiente, la invención se basa en el problema técnico de proponer un alambre esmaltado del tipo inicialmente descrito, que se caracterice por una capa aislante ventajosamente más fina, con el que se pueda aprovechar óptimamente una superficie de ranura y con el que se puedan mejorar los factores de relleno conocidos por la práctica. La invención se basa además en el problema técnico de proponer un procedimiento para la fabricación de un alambre esmaltado que se caracterice por una viabilidad sencilla y por una alta compatibilidad ambiental así como por su eficiencia energética.

Para resolver el problema técnico, la invención propone un alambre esmaltado, especialmente un alambre esmaltado de cobre o un alambre esmaltado de aluminio, en el que una superficie de un alambre de bobinado, que constituye un alma del alambre esmaltado, se recubre por completo o fundamentalmente por completo de un esmalte electroaislante de al menos un polímero de recubrimiento, comprendiendo el esmalte electroaislante al menos un nanorrelleno, estando el nanorrelleno formado por una pluralidad de plaquitas y rodeando una envoltura de plaquitas formada por el nanorrelleno el alambre de bobinado preferiblemente por completo o fundamentalmente por completo.

El alambre esmaltado se puede emplear en carretes, por ejemplo de máquinas eléctricas, para la generación de campos eléctricos. El alambre de bobinado se compone ventajosamente por completo, o fundamentalmente por completo, de cobre o de aluminio. En principio es posible emplear como alambre de bobinado cualquier material electroconductor, preferiblemente metales. El polímero de recubrimiento es con preferencia una matriz en la que se dispone el nanorrelleno o las plaquitas. Con especial preferencia, las plaquitas o el nanorrelleno se disponen exclusivamente en la matriz de polímero. De acuerdo con una forma de realización preferida, las plaquitas presentan una orientación uniforme o fundamentalmente uniforme.

Es recomendable que las superficies orientadas paralelas o fundamentalmente paralelas al alambre de bobinado de las plaquitas de una capa de plaquitas formen una superficie de envoltura preferiblemente cilíndrica.

Las plaquitas se disponen convenientemente sin solapamientos o fundamentalmente sin solapamientos a lo largo de un eje longitudinal del alambre de bobinado en el recubrimiento de plaquitas y/o las plaquitas se disponen preferiblemente sin solapamientos o fundamentalmente sin solapamientos alrededor del alambre de bobinado en el recubrimiento de plaquitas. Es recomendable que las plaquitas contiguas se dispongan distanciadas en un recubrimiento de plaquitas. De acuerdo con una variante de realización, las plaquitas contiguas chocan directamente unas contra otras, siendo posible que por zonas se configure un espacio libre relleno preferiblemente con el polímero de recubrimiento entre las plaquitas contiguas. Es recomendable que al menos dos recubrimientos de plaquitas, preferiblemente al menos tres recubrimientos de plaquitas, rodeen al alambre de bobinado. Con especial preferencia, los al menos dos recubrimientos de plaquitas se disponen ventajosamente desplazados el uno respecto al otro de manera que las plaquitas de una capa exterior de plaquitas se posicionen en dirección radial por encima de espacios intermedios entre las plaquitas, configurándose estos espacios intermedios entre las plaquitas contiguas de una capa interior de plaquitas. Conforme a una variante de realización, al menos dos recubrimientos de plaquitas o el recubrimiento interior de plaquitas y el recubrimiento exterior de plaquitas forman preferiblemente, en sus proyección sobre el alambre de bobinado, un recubrimiento sin huecos o fundamentalmente sin huecos alrededor del alambre de bobinado. En el marco de la invención se entiende que las plaquitas se disponen en una matriz de polímero formada por el polímero de recubrimiento. Es posible que al menos una parte de las plaquitas se apoye directamente en el alambre de bobinado. Según una forma de realización, las plaquitas se insertan en su gran mayoría, y con especial preferencia por completo, en la matriz de polímero de modo que entre las plaquitas y el alambre de bobinado se encuentra el polímero de recubrimiento.

La relación de aspecto del nanorrelleno o de las plaquitas es preferiblemente mayor que 100. Por relación de aspecto se entiende en el marco de la invención especialmente la relación entre la extensión lateral de las plaquitas y el grosor de las mismas. La extensión lateral es preferiblemente la cuerda más larga posible a través de la superficie de sección transversal de una plaquita. En una plaquita con una superficie de sección transversal circular, la extensión lateral corresponde, por ejemplo, al diámetro de la superficie de sección transversal circular de la

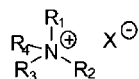
plaquita. En el marco de la invención, el grosor de la plaquita se orienta transversalmente con respecto a la superficie de sección transversal. La relación de aspecto es preferiblemente superior a 1000. De acuerdo con una variante de realización, la relación de aspecto es de 500 a 1000, preferiblemente de 100 a 5000 y, con especial preferencia, de 100 a 10000.

- 5 Las plaquitas presentan ventajosamente un grosor de hasta un máximo de 20 nm. Es recomendable que las plaquitas presenten un grosor de algunos nanómetros, por ejemplo de 1 a 15 nm, preferiblemente de 1 a 10 nm y, con especial preferencia, de hasta 5 nm.

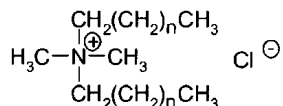
10 Las plaquitas presentan ventajosamente una extensión lateral de al menos 100 nm. Es posible que las plaquitas presenten una extensión lateral de al menos 300 nm y preferiblemente de al menos 500 nm. Según una variante de realización preferida, el diámetro lateral de las plaquitas es aproximadamente de 100 a 100000 nm, preferiblemente de 100 a 50000 nm.

15 Es recomendable que el nanorrelleno sea un filosilicato. De acuerdo con una forma de realización se emplea una mezcla de diferentes filosilicatos como nanorrelleno. Las plaquitas están preferiblemente compuestas por filosilicato o fundamentalmente por filosilicato. Es posible que el esmalte electroaislante contenga plaquitas de diferentes filosilicatos. Las plaquitas se obtienen preferiblemente por exfoliación. El filosilicato es convenientemente al menos un componente seleccionado de entre el grupo de "talco, hectorita, montmorillonita, bentonita". En el marco de la invención se entiende que el nanorrelleno este formado fundamentalmente por cualquier filosilicato.

20 Según lo recomendado, el filosilicato se modifica orgánicamente, conteniendo un filosilicato orgánicamente modificado preferiblemente un agente tensioactivo catiónico. El filosilicato orgánicamente modificado se obtiene, por ejemplo, por intercambio iónico, sustituyéndose los cationes depositados preferiblemente por el agente tensioactivo catiónico. Como agentes tensioactivos catiónicos se pueden empelar, por ejemplo, sales de amonio, sulfonio o fosfonio. Se prefieren sales de amonio, especialmente sales de amonio cuaternarias de la siguiente fórmula general:



25 siendo R_1 a R_4 residuos orgánicos seleccionados de entre el grupo "grupos de ácido alquílico, acílico, arílico, arilalquílico, esteárico o grupos de ácido graso". Los residuos R_1 , R_2 , R_3 y R_4 pueden ser iguales o distintos. En el caso del anión X se puede tratar de un anión inorgánico u orgánico, por ejemplo, de Cl^- , metilsulfonato $CH_3OSO_3^-$. Un ejemplo de un agente tensioactivo se indica en la siguiente fórmula:



Convenientemente n es un número natural entre 0 y 20.

30 De acuerdo con una variante de realización preferida, el esmalte electroaislante contiene hasta un 10% en volumen del nanorrelleno. Los datos porcentuales del volumen se refieren al volumen del esmalte electroaislante con el nanorrelleno que contiene. El esmalte electroaislante contiene convenientemente un 0,5 a 8% en volumen, preferiblemente un 1 a 7% en volumen, con especial preferencia un 1 a 5% en volumen del nanorrelleno.

35 La relación entre el diámetro del alambre de bobinado y el cuadrado del grosor del esmalte electroaislante es preferiblemente superior o igual a $1,0 \mu m^{-1}$. La relación entre el diámetro del alambre de bobinado y el cuadrado del grosor del esmalte electroaislante es convenientemente superior o igual a $2,5 \mu m^{-1}$, mayor o igual a $3,5 \mu m^{-1}$ y con preferencia superior o igual a $4,2 \mu m^{-1}$. De acuerdo con una forma de realización la relación entre el grosor del alambre de bobinado y el cuadrado del grosor del esmalte electroaislante es al menos de $5,1 \mu m^{-1}$, preferiblemente al menos de $6,3 \mu m^{-1}$ y de acuerdo con una variante de realización al menos de $8,1 \mu m^{-1}$. Preferiblemente la relación entre el diámetro del alambre de bobinado y el cuadrado del grosor del esmalte electroaislante es preferiblemente al menos de $4,2 \mu m^{-1}$, si el diámetro del alambre de bobinado oscila preferiblemente entre 100 μm y 1000 μm . Conforme a una variante de realización la relación entre el grosor del alambre de bobinado y el cuadrado del grosor del esmalte electroaislante es de más de $8,1 \mu m^{-1}$, si el alambre de bobinado presenta un grosor de preferiblemente más de 1000 μm . El alambre de bobinado presenta convenientemente un diámetro de al menos 100 μm , preferiblemente de al menos 150 μm y con especial preferencia de al menos 200 μm . El grosor del esmalte electroaislante es según una variante de realización preferida de al menos 3,5 μm .

Según una variante de realización, el esmalte electroaislante está formado por al menos dos capas de esmalte electroaislante ventajosamente idénticas o fundamentalmente idénticas. Es posible que el esmalte electroaislante esté formado por más de dos o por una pluralidad de capas de esmalte electroaislante. Una cada de esmalte electroaislante contiene al menos el polímero de recubrimiento y el nanorrelleno. En el marco de la invención se entiende que sobre el esmalte electroaislante se disponga al menos otra capa, preferiblemente distinta a la del esmalte electroaislante.

El polímero de recubrimiento comprende convenientemente al menos un componente seleccionado de entre el grupo de "poliéster, poliésterimida, poliamidimida, poliimida, poliuretano, poliésteramidimida, poliamida, polivinil

formal. El poliéster es, por ejemplo, un poliéster THEIC. La poliésterimida puede ser una poliésterimida THEIC. THEIC significa en el marco de la invención, sobre todo, tris-hidroxietyl-isocianuratos. De acuerdo con una variante de realización, la poliamida es una poliamida alifática y/o aromática. La poliamida puede ser una poliamida que presenta unidades estructurales alifáticas y/o unidades estructurales aromáticas. En el marco de la invención se entiende que el polímero de recubrimiento presenta unidades de modificación. El poliéster puede contener, por ejemplo, unidades de modificación THEIC o cadenas de alquilo homopolares (modificación de grupos finales). La poliésterimida se puede modificar con THEIC. El poliuretano se puede modificar, por ejemplo, con isocianurato silano o siloxano. Para la poliamida o la poliamidimida se pueden emplear, por ejemplo, politetrafluoretileno (PTFE) o siloxanos, preferiblemente polisiloxanos, en especial polidimetilsiloxanos, como unidades de modificación. Es posible que por la cara exterior o por la superficie exterior del esmalte electroaislante se disponga al menos otra capa funcional. Mediante la capa funcional dispuesta por la superficie exterior se optimiza, por ejemplo, el comportamiento de deslizamiento del alambre esmaltado. De acuerdo con una forma de realización se dispone en la superficie exterior del esmalte electroaislante una capa deslizante. Un coeficiente de fricción de la capa deslizante es preferiblemente inferior a un coeficiente de fricción del esmalte electroaislante. De esta manera se garantiza que, durante la fabricación de un carrete de alambre esmaltado, el espacio se aproveche mejor.

Para la solución del problema técnico la invención propone además un procedimiento para la fabricación de un alambre esmaltado, dispersándose un nanorrelleno que presenta una pluralidad de plaquitas en un polímero de recubrimiento y/o en un precursor del polímero de recubrimiento, recubriéndose un alambre de bobinado con una capa de polímero de recubrimiento con el nanorrelleno dispersado en el mismo y/o del precursor del polímero de recubrimiento con el nanorrelleno dispersado en el mismo, conduciéndose el alambre de bobinado recubierto a través de una boquilla de pintura, con lo que las plaquitas del nanorrelleno forman un recubrimiento de plaquitas que rodea al alambre de bobinado y endureciéndose el recubrimiento sobre el alambre de bobinado para la formación de un esmalte electroaislante, preferiblemente por medio de calentamiento. Convenientemente se forma un recubrimiento sobre el alambre de bobinado en el esmalte electroaislante, conteniendo este recubrimiento una pluralidad de recubrimientos de plaquitas.

Los precursores de polímero de recubrimiento son, por ejemplo, compuestos polimerizables a partir de los cuales se puede sintetizar un polímero de recubrimiento. El alambre de bobinado se limpia convenientemente antes de la aplicación del polímero de recubrimiento que contiene el nanorrelleno y/o antes de la aplicación del precursor del polímero de recubrimiento que contiene el nanorrelleno. En el marco de la invención se entiende que para su limpieza el alambre de bobinado se someta a un sistema de calentamiento. Sistema de calentamiento significa en el marco de la invención especialmente un tubo por el que pasa vapor de agua. La capa de esmalte electroaislante se forma preferiblemente sobre el alambre de bobinado aplicando un esmalte húmedo al alambre de bobinado, con preferencia en un baño de pintura. El esmalte húmedo puede estar formado por el polímero de recubrimiento con el nanorrelleno dispersado con especial preferencia de forma homogénea en el polímero de recubrimiento, así como por al menos un disolvente. Según una forma de realización, el polímero de recubrimiento que contiene el nanorrelleno o el precursor de polímero de recubrimiento que contiene el nanorrelleno se aplica preferiblemente sin disolvente al alambre de bobinado. Un esmalte húmedo excedente absorbido por el alambre de bobinado o un polímero de recubrimiento que contiene el nanorrelleno absorbido o un precursor del polímero de recubrimiento que contiene el nanorrelleno absorbido se elimina ventajosamente en el marco de la invención por medio de una boquilla de pintura. Conforme a otra variante de realización, el proceso de aplicación del esmalte húmedo o del polímero de recubrimiento que contiene el nanorrelleno o del precursor del polímero de recubrimiento que contiene el nanorrelleno favorece a través de la boquilla de pintura y de los flujos y fuerzas de cizallamiento preferiblemente laminares producidos, una orientación del nanorrelleno o de las plaquitas del nanorrelleno a lo largo del alambre de bobinado. Convenientemente las plaquitas del nanorrelleno o el nanorrelleno se orientan mediante la conducción del alambre de bobinado recubierto del polímero de recubrimiento que contiene el esmalte húmedo o las plaquitas o los precursores del polímero de recubrimiento que presenta las plaquitas, de manera que el nanorrelleno o las plaquitas del nanorrelleno forme o formen un recubrimiento de plaquitas que rodea al alambre de bobinado. Con preferencia, el recubrimiento de plaquitas formado por el nanorrelleno rodea al alambre de bobinado por completo o fundamentalmente por completo. Al transportar el alambre de bobinado por la boquilla de pintura se consigue especialmente por medio de las condiciones de flujo que las plaquitas del nanorrelleno se dispongan sin solapamientos en el recubrimiento de plaquitas alrededor del alambre de bobinado. Preferiblemente las plaquitas se orientan con la condición de que se forme un recubrimiento creado por una pluralidad de recubrimientos de plaquitas en el que las plaquitas se dispongan preferiblemente desplazadas unas respecto a otras o en una estructura de ladrillos.

De acuerdo con una forma de realización, el alambre de bobinado recubierto con el polímero de recubrimiento que contiene el esmalte húmedo o el nanorrelleno o el precursor del polímero de recubrimiento se calienta, eliminándose preferiblemente el disolvente contenido en el esmalte húmedo y/o extrayéndose por polimerización el polímero de recubrimiento o el precursor del polímero de recubrimiento. El polímero de recubrimiento se obtiene convenientemente por medio de una reacción del precursor del polímero de recubrimiento inducida, por ejemplo, por medio del calor. Es posible que el esmalte electroaislante dispuesto sobre el alambre de bobinado conste de una pluralidad o de un determinado número de capas de esmalte electroaislante o de recubrimientos de esmalte electroaislante. Para la formación de otra capa de esmalte aislante sobre el alambre de bobinado se aplica con especial preferencia otro recubrimiento sobre el alambre de bobinado o sobre la capa de esmalte electroaislante ya aplicada previamente al alambre de bobinado.

La invención se basa en el conocimiento de que el alambre esmaltado según la invención se caracteriza por un grosor ventajosamente más reducido de un esmalte electroaislante aplicado sobre el alambre de bobinado. De esta manera se pueden conseguir con el alambre esmaltado según la invención, frente al estado de la técnica, factores de relleno de ranuras mucho mejores en la fabricación de carretes de alambre esmaltado según la invención. Lo importante es la reducción del grosor de capa del esmalte electroaislante que en el caso del alambre esmaltado es de sólo un 20 a 80% de los grosores de capa de esmaltes electroaislantes conocidos por la práctica. Gracias a los grosores de bobinado de los carretes que se consiguen con el alambre de bobinado según la invención, se puede incrementar ventajosamente la eficiencia energética de los dispositivos para la generación de campos eléctricos. El procedimiento según la invención se caracteriza, debido al empleo de una cantidad de material reducida, por un consumo de disolventes reducido, menos contaminante y causante de menos emisiones en la fabricación del alambre esmaltado. Dado que para la configuración del alambre esmaltado según la invención sólo se necesita un número reducido de capas de esmalte electroaislante distintas, el procedimiento según la invención se caracteriza por un consumo reducido de energía y el alambre esmaltado según la invención por una larga vida útil.

A continuación la invención se explica a la vista de un dibujo que representa un solo ejemplo de realización. Se ve esquemáticamente en la

Figura 1 un corte a través de un alambre esmaltado según la invención y/o

Figura 2 una representación esquemática simplificada de un dispositivo para la fabricación de un alambre esmaltado según la invención.

En la figura 1 se representa un alambre esmaltado 1 que contiene un alambre de bobinado 2, fabricándose el alambre de bobinado 2 en el ejemplo de realización de cobre. Preferiblemente y según el ejemplo de realización, el alambre de bobina posee un diámetro de 200 μm . El alambre de bobinado 2 forma un alma del alambre esmaltado 1. El alambre de bobinado 2 se recubre, según el ejemplo de realización, completamente de un esmalte electroaislante 3, conteniendo el esmalte electroaislante una matriz de un polímero de esmalte 4 y un nanorrelleno en forma de una pluralidad de plaquitas 5. Las plaquitas 5 forman, según el ejemplo de realización y la figura 1, un recubrimiento, estando formado el recubrimiento de tres recubrimientos de plaquitas 8a, 8b, 8c y rodeando éste completamente el alambre de bobinado 2. En la figura 1 se muestra que las plaquitas 5 del nanorrelleno se insertan en una matriz formada por el polímero de recubrimiento 4. En la figura 1 se puede ver además que las plaquitas se disponen en los recubrimientos de plaquitas 8a, 8b, 8c sin solapamientos alrededor del alma del alambre esmaltado 1 o alrededor del alambre de bobinado 2. Las plaquitas 5 se disponen en los recubrimientos de plaquitas 8a, 8b, 8c alrededor del alambre de bobinado 2 de modo que las plaquitas dispuestas de forma contigua 5a, 5b no se solapen.

En la figura 2 se representa esquemáticamente la aplicación del esmalte electroaislante 3 sobre el alambre de bobinado 2. El alambre de bobinado 2 se conduce a través de un depósito 6, conteniendo el depósito 6 la reserva de polímero de recubrimiento 4. En el polímero de recubrimiento 4 se dispersan homogéneamente las plaquitas 5 del nanorrelleno. Mediante el transporte del alambre de bobinado 2 por el depósito 6 se recubre el alambre de bobinado 2 con el polímero de recubrimiento 4 que contiene las plaquitas 5. El alambre de bobinado 2 se transporta a través de una boquilla de pintura 7 de manera que las corrientes y las fuerzas de cizallamiento que se producen provoquen una orientación de las plaquitas 5 a lo largo del alambre de bobinado 2, con lo que las plaquitas 5 se disponen a modo de estructura de ladrillo alrededor del alambre de bobinado 2. De esta manera se obtiene el recubrimiento formado por los recubrimientos de plaquitas 8a, 8b, 8c que recubre al alambre de bobinado 2 por completo. En la figura 2 no se representa que el alambre de bobinado 2 se limpia antes de la aplicación del esmalte electroaislante 3 sobre el alambre de bobinado 2 ni el calentamiento después de la aplicación del polímero de recubrimiento 4 con las plaquitas 5 contenidas en el mismo.

REIVINDICACIONES

1. Alambre esmaltado, especialmente alambre esmaltado de cobre o alambre de esmaltado de aluminio, recubriéndose una superficie de un alambre de bobinado (2) que forma un alma del alambre esmaltado (1) por completo o fundamentalmente por completo, con un esmalte electroaislante (3) de al menos un polímero de recubrimiento (4), conteniendo el esmalte electroaislante (3) al menos un nanorrelleno, estando formado el nanorrelleno por una pluralidad de plaquitas (5), rodeando un recubrimiento de plaquitas (8a, 8b, 8c) formado por el nanorrelleno al alambre de bobinado (2) por completo o fundamentalmente por completo.
2. Alambre esmaltado según la reivindicación 1, disponiéndose las plaquitas (5), preferiblemente sin solapamiento o fundamentalmente sin solapamiento, a lo largo de un eje longitudinal del alambre de bobinado (2) en el recubrimiento de plaquitas (8a, 8b, 8c) y/o disponiéndose las plaquitas (5) preferiblemente sin solapamiento o fundamentalmente sin solapamiento en el recubrimiento de plaquitas (8a, 8b, 8c) alrededor del alambre de bobinado.
3. Alambre esmaltado según una de las reivindicaciones 1 ó 2, siendo una relación de aspecto del nanorrelleno o de las plaquitas (5) mayor que 100.
4. Alambre esmaltado según una de las reivindicaciones 1 a 3, presentando las plaquitas (5) un grosor de hasta un máximo de 20 nm.
5. Alambre esmaltado según una de las reivindicaciones 1 a 4, presentando las plaquitas (5) una extensión lateral de al menos 100 nm.
6. Alambre esmaltado según una de las reivindicaciones 1 a 5, siendo el nanorrelleno un filosilicato.
7. Alambre esmaltado según una de las reivindicaciones 1 a 6, conteniendo el esmalte electroaislante (3) hasta un 10% en volumen del nanorrelleno.
8. Alambre esmaltado según una de las reivindicaciones 1 a 7, siendo la relación entre el diámetro del alambre de bobinado y el cuadrado del grosor del esmalte electroaislante (3) superior o igual a $1 \mu\text{m}^{-1}$.
9. Alambre esmaltado según una de las reivindicaciones 1 a 8, formándose el esmalte electroaislante (3) mediante al menos dos capas de esmalte electroaislante ventajosamente idénticas o fundamentalmente idénticas.
10. Procedimiento para la fabricación de un alambre esmaltado, especialmente de un alambre esmaltado según una de las reivindicaciones 1 a 9, dispersándose un nanorrelleno que presenta una pluralidad de plaquitas (5) en un polímero de recubrimiento (4) y/o en un precursor de polímero de recubrimiento, recubriéndose un alambre de bobinado (2) con un recubrimiento del polímero de recubrimiento (4) con el nanorrelleno dispersado en el mismo y/o de un precursor de polímero de recubrimiento con el nanorrelleno dispersado en el mismo, conduciéndose el alambre de bobinado (2) dotado de este recubrimiento a través de una boquilla de pintura (7) de manera que las plaquitas (5) del nanorrelleno formen un recubrimiento de plaquitas que rodea al alambre de bobinado (5), endureciéndose el recubrimiento sobre el alambre de bobinado (2) para la formación de un esmalte electroaislante (3) preferiblemente mediante calentamiento.

Fig.1

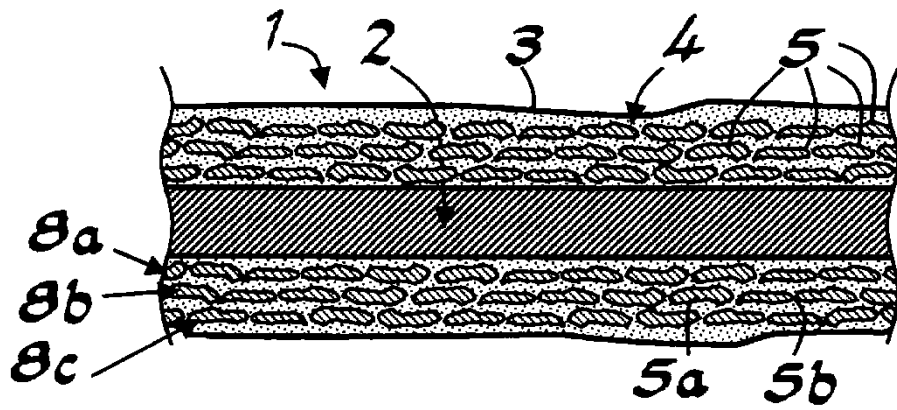


Fig.2

