



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 356 755**

51 Int. Cl.:
H01L 39/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06291793 .5**

96 Fecha de presentación : **17.11.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1923926**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.05.2008**

54

Título: **Procedimiento para la fabricación de un conductor eléctrico superconductor.**

45

Fecha de publicación de la mención BOPI:
12.04.2011

45

Fecha de la publicación del folleto de la patente:
12.04.2011

73

Titular/es: **NEXANS**
16, rue de Monceau
75008 Paris, FR

72

Inventor/es: **Allais, Arnaud y**
Isfort, Dirk

74

Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 356 755 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

La invención de refiere a un procedimiento para la fabricación de un conductor eléctrico superconductor según el preámbulo de la reivindicación 1.

Un procedimiento de ese tipo se desprende del documento EP 0 977 282 A1.

5 Un conductor eléctrico superconductor está compuesto por un material especial que a temperaturas suficientemente bajas pasa al estado de superconductividad. La resistencia eléctrica de un conductor conformado correspondientemente llega a través de ello aproximadamente a cero. Materiales superconductores adecuados son, por ejemplo, YBCO (óxidos de itrio-bario-cobre), o BSCCO (óxidos de bismuto-estroncio-calcio-cobre). Las temperaturas suficientemente bajas para este tipo de materiales
10 cerámicos están situadas, por ejemplo, entre 4° K y 110° K, a fin de alcanzar el estado de superconductividad. Los conductores eléctricos superconductivos correspondientes se denominan como "superconductores de alta temperatura". Los refrigerantes adecuados son, por ejemplo, nitrógeno, helio, neón e hidrógeno, o bien mezclas de esos elementos en su respectivo estado líquido.

15 El documento US-A-5 739 086 describe distintos procedimientos para la fabricación de superconductores de alta temperatura. En los superconductores BSCCO, el material BSC-CO se llena por ejemplo, en forma de polvo, en un tubo de plata, y se compacta. A través de la deformación mecánica del tubo, y de un tratamiento térmico posterior (recocido), se alcanza el estado de superconductividad. En el superconductor YBCO, el cual es especialmente adecuado, debido a sus excelentes características eléctricas, para cables eléctricos y devanados, se aplica primero como sustrato, por ejemplo sobre una
20 banda de metal texturada biaxialmente, una capa tampón compuesta asimismo de metal, sobre la cual se aplica a continuación el material YBCO. El sustrato está compuesto, por ejemplo, de níquel, cobre, hierro, o por una aleación. Para la capa tampón se utiliza por ejemplo cobre o plata. El material YBCO se lleva a continuación asimismo al estado de superconductividad a través de tratamiento térmico. El conductor superconductor fabricado de esta forma puede utilizarse con ventaja, como se ha citado anteriormente, en cables eléctricos, así como en devanados para motores eléctricos e imanes. Pero para
25 ello puede ser doblado solamente en una dirección, debido a su forma de banda.

Del documento EP 0 977 282 A, citado en la introducción, se desprende un procedimiento para la fabricación de un conductor eléctrico superconductor, en el cual sobre una base metálica se aplica una
30 capa de un óxido de itrio-bario-cobre (YBCO), como material superconductor, y se somete a un tratamiento térmico. Para ello, sobre un soporte metálico estirado longitudinalmente, con una sección transversal circular, se aplica a su alrededor una capa intermedia de material, el cual es compatible con la estructura cristalina del YBCO. El soporte provisto de la capa intermedia es tratado a continuación de tal forma que la capa intermedia recibe una textura definida, como base metálica para el material YBCO. Después se conforma directamente la capa de material YBCO superconductor alrededor del soporte, el
35 cual está provisto de la capa texturada intermedia. A continuación se lleva a cabo el tratamiento térmico.

La invención tiene como objetivo desarrollar el procedimiento referido en la introducción, de tal forma que se consiga un conductor superconductor, sobre la base de YBCO, más fácil de fabricar y mecánicamente más estable.

Este objetivo se logra conforme a la característica distintiva de la reivindicación 1.

40 Con este procedimiento, se consigue un conductor eléctrico convertible al estado de superconductividad, con sección transversal circular, cuya capa superconductora está fijada con su base de tal forma que, en el procesamiento posterior del conductor satisfaga todos los requerimientos mecánicos que se originen. El conductor puede estar con ello elaborado de la misma forma que un
45 conductor convencional con forma de alambre. Ya no es necesaria una dirección especial a la hora de doblar el conductor. Es adecuado por lo tanto especialmente para la fabricación de devanados para motores eléctricos e imanes, pero también para el montaje de cables eléctrico, bajo la utilización de dispositivos convencionales.

El procedimiento conforme a la invención se aclara mediante las figuras, como ejemplo de aplicación.

50 Se muestra:

Fig. 1 en esquema, una disposición para la ejecución del procedimiento conforme a la invención.

Fig. 2 y 3 dibujos en secciones de la fig. 1, a lo largo de las líneas II-II y III-III, en vistas ampliadas.

Fig. 4 un corte transversal a través de un conductor superconductor que puede ser fabricado según el procedimiento.

55 Con el número 1 se señala un soporte metálico que puede estar ejecutado a modo de barra, cuerda o tubo. Éste tiene una sección transversal circular y se compone preferentemente de acero. El

soporte 1 puede servir también como elemento central, con resistencia a la tracción, para un conductor superconductor a construir. El soporte 1 tiene preferentemente un diámetro exterior situado entre 0,5 mm. y 3,0 mm.

5 Alrededor del soporte 1 se aplica, en un dispositivo 2, una capa 3 intermedia, que sirve como base metálica para una capa tampón, sobre la cual se aplica una capa de YBCO. La capa 3 intermedia se compone de un material metálico, como por ejemplo níquel, cobre o hierro, o de una aleación que sea compatible con la estructura de la capa tampón adecuada para la aplicación del YBCO. Para la aplicación de la capa 3 intermedia se pueden utilizar procedimientos de revestimiento habituales, como por ejemplo el procedimiento PVD (Physical Vapor Deposition), el procedimiento CVD (Chemical Vapor Deposition) o el procedimiento CSD (Chemical Solution Deposition). El procedimiento PVD puede englobar todos los métodos corrientes de revestimiento por vacío, como por ejemplo desprendimiento de átomos por bombardeo iónico, vaporización por haz electrónico y vaporización por arco, así como también procesos sustentados por iones.

10 El material de la capa 3 intermedia se aplica con un espesor de pared, que se sitúa de forma ventajosa entre 20 nm. y 1 mm. A continuación, el soporte 1 revestido se trata en una instalación 4 de tal manera, que la capa 3 intermedia recibe una textura característica, con una orientación de los cristales apropiada, en la que a ser posible todos los cristales se orienten paralelamente entre sí. El soporte 1 está rodeado entonces por una base texturizada para una capa tampón, cerrada a su alrededor, sobre la cual se aplica el material YBCO.

20 La texturización de la capa 3 puede obtenerse de forma mecánica o eléctrica, o bien, de manera ventajosa, de forma mecánica/térmica, o también a través del uso de un campo magnético. En un procedimiento mecánico, el soporte 1 recubierto puede ser, por ejemplo, laminado, o bien, de manera especialmente ventajosa, estirado mediante al menos una herramienta de trefilado para la reducción del diámetro. Los correspondientes dispositivos "W" y "Z" están esbozados de manera esquemática en la instalación 4 de la fig. 1. Con un ventajoso procedimiento, que puede realizarse de forma termomecánica, el grosor original de la capa 3 intermedia, que envuelve al soporte 1, puede reducirse entre un 1% y un 5% a través del estirado en un rango de temperatura que va desde la temperatura ambiente a los 300° C. La reducción debe efectuarse idealmente en varias fases, por ejemplo reduciendo no más del 10% de la reducción total del diámetro en cada fase. Después de esto, puede tener lugar, de forma ventajosa, un recocido de recristalización entre 700° C y 1200° C. La temperatura depende en ello de la aleación usada para la capa 3 intermedia. Para níquel puro puede utilizarse una temperatura de 700° C, mientras que para una aleación de níquel con un aditivo de un 5% de Wolframio se aplicaría una temperatura de entre 1000° C y 1100° C.

30 Para una orientación de los cristales llevada a cabo mediante un procedimiento magnético, el soporte 1, recubierto por la capa 3 intermedia, puede estirarse en la instalación 4 a través de un campo magnético correspondientemente potente.

35 Después del procedimiento descrito para la capa 3 intermedia, se aplica para su protección una capa 9 tampón, cerrada a su alrededor (fig. 4), con un grosor por ejemplo de 100 nm. a 200 nm., que se compone de cerámica. Los materiales apropiados son por ejemplo óxido de cerio u óxido de lantano-circonio. La capa 9 tampón puede ser aplicada con los mismos procedimientos de recubrimiento que se han indicado para la capa 3 intermedia.

40 Alrededor de la capa 9 tampón, en una instalación 5, se aplicará entonces una capa de material YBCO, cuyo grosor puede estar, de manera ventajosa, entre 1µm y 5 µm. Esto puede tener lugar nuevamente por medio de los conocidos procedimientos de recubrimiento ya mencionados, es decir, por ejemplo por el método PVD, el método CVD o el método CSD. Tras la instalación 5 se obtiene un conductor 7 circular recubierto por material YBCO superconductor, que finalmente se somete a un tratamiento térmico, preferentemente de recocido, en un dispositivo 8, a fin de conseguir la superconductividad. Esto se puede llevar a cabo, de manera ventajosa, a temperaturas de entre 700° C y 850° C.

45 La capa 9 tampón puede estar compuesta por ejemplo de acetato de lantano acetilo/ acetato de lantano circonio (La₂Zr₂O₇). Esto se realiza, por ejemplo, a través de un recubrimiento por inmersión de la capa 3 intermedia en una solución en la cual los materiales indicados están disueltos en ácido propiónico. El soporte 1 se estira a través de ésta solución. Sobre la superficie del soporte 1 queda de este modo una capa líquida uniforme, que a continuación se seca (se evapora el disolvente). La capa seca se origina conduce entonces a través de un horno de recocido a 1000° C, de tal manera que los componentes orgánicos se descomponen, y se evacúan junto con el gas del proceso. Atrás queda, a modo de capa 3 intermedia, una capa de La₂Zr₂O₇, de crecimiento epitaxial, sobre la que se aplica a continuación una capa 6 de material YBCO, también de forma epitaxial.

REIVINDICACIONES

1. Procedimiento para la fabricación de un conductor eléctrico superconductor, en el cual, sobre una base metálica, se aplica una capa de un óxido de itrio-bario-cobre (YBCO), como material superconductor, y se somete a un tratamiento térmico, en el cual, sobre un soporte (1) metálico estirado, con una sección transversal circular, se aplica a todo su alrededor una capa (3) intermedia de material, en el cual el soporte (1), provisto de la capa (3) intermedia, se trata a continuación de tal manera que la capa (3) intermedia mantiene una textura predefinida, como base metálica para la capa (6) de material YBCO, en el cual alrededor del soporte (1), provisto de la capa (3) intermedia, se conforma la capa (6) de material YBCO superconductor, y
- 5
- en el cual se lleva a cabo a continuación el tratamiento térmico, **caracterizado porque** la capa intermedia se compone de un material metálico, el cual es compatible con la estructura cristalina del YBCO, **y porque** tras la texturización de la capa (3) intermedia, se aplica sobre la misma una capa (9) tampón, cerrada a su alrededor y adecuada para la aplicación del YBCO, la cual se compone de cerámica y tiene un grosor de entre 100nm y 200nm, y sobre la cual se aplica entonces la capa (6) de material YBCO.
- 10
2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** como material de partida para la capa (9) tampón se utiliza acetato de lantano/ acetato de lantano circonio.
- 15
3. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** la capa (3) intermedia se texturiza a través de una deformación mecánica.
4. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** la capa (3) intermedia se texturiza a través de un procedimiento térmico.
- 20
5. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** la capa (3) intermedia se texturiza a través de un procedimiento termodinámico.
6. Procedimiento según la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** la capa (3) intermedia se texturiza a través de la utilización de un campo magnético.

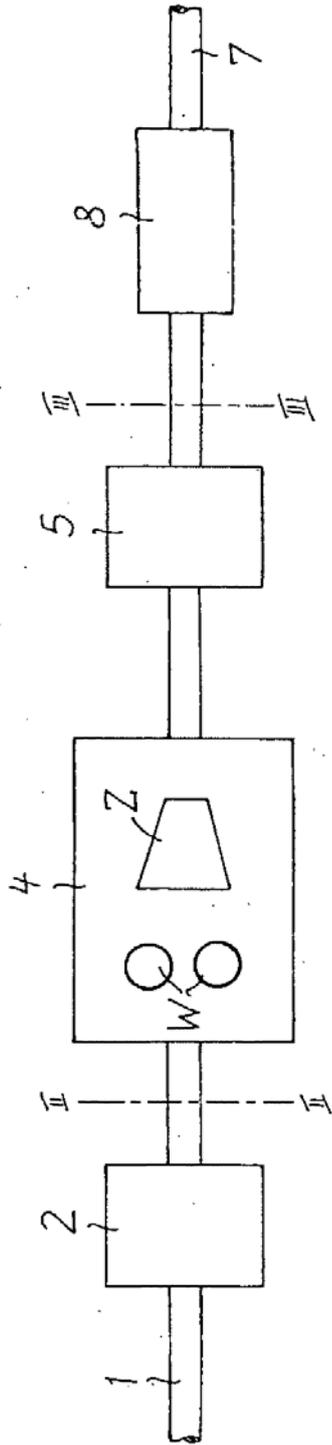


Fig. 1

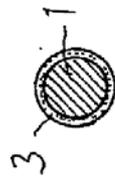


Fig. 2

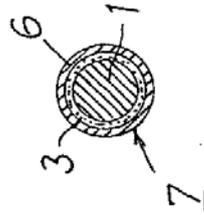


Fig. 3

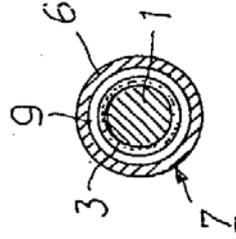


Fig. 4