



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 319 228**

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

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06291689 .5**

96 Fecha de presentación : **27.10.2006**

97 Número de publicación de la solicitud: **1916720**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **30.04.2008**

54 Título: **Procedimiento para fabricar un conductor eléctrico superconductor.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**05.05.2009**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**05.05.2009**

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

72 Inventor/es: **Allais, Arnaud;**  
**Isfort, Dirk;**  
**Theune, Claus-Friedrich y**  
**Porcher, Klaus**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

ES 2 319 228 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).

# ES 2 319 228 T3

## DESCRIPCIÓN

Procedimiento para fabricar un conductor eléctrico superconductor.

5 El invento se refiere a un procedimiento para la producción de un conductor eléctrico superconductor (es decir capaz de presentar superconductividad), en el cual una capa a base de un óxido de itrio, bario y cobre (YBCO) se aplica como material superconductor sobre un sustrato metálico texturizado (véase el documento de solicitud de patente de los EE.UU. US-A-5.739.086).

10 Un conductor eléctrico superconductor se compone de un material especial que, a unas temperaturas lo suficientemente bajas, pasa al estado superconductor. La resistencia eléctrica de un conductor estructurado de una manera correspondiente tiende de esta manera hacia cero. Unos materiales superconductivos adecuados son por ejemplo YBCO (óxido de itrio, bario y cobre) o BSCCO (óxido de bismuto, estroncio, calcio y cobre). Unas temperaturas lo suficientemente bajas para tales materiales cerámicos se sitúan, por ejemplo, entre 67 K y 110 K, con el fin de alcanzar el estado superconductor. Los correspondientes conductores superconductivos son designados como superconductores para altas temperaturas. Unos agentes refrigerantes adecuados son, por ejemplo, nitrógeno, helio, neón e hidrógeno, o mezclas de estos elementos, en cada caso en el estado líquido.

20 El documento US-A-5.739.086 mencionado al principio, describe diferentes procedimientos para la producción de superconductores para altas temperaturas. En el caso de un superconductor de BSCCO, el material de BSCCO se carga en forma de un polvo dentro de un tubo de plata y se comprime. Mediante una conformación mecánica del tubo y un subsiguiente tratamiento térmico (por calcinación) se alcanza el estado superconductor. En el caso de un superconductor de YBCO, que se adecua especialmente para cables y arrollamientos eléctricos debido a sus excelentes propiedades eléctricas, sobre una cinta, texturizada por ejemplo biaxialmente, a base de un metal como sustrato, se aplica primeramente una capa de amortiguación, que se compone asimismo de un metal, sobre la cual se aplica a continuación el material de YBCO. El sustrato se compone, por ejemplo, de níquel, cobre o hierro, o de una aleación. Para la capa de amortiguación se emplean, por ejemplo, cobre o plata. El material de YBCO se lleva finalmente al estado superconductor, asimismo mediante un tratamiento térmico. El conductor superconductor, producido de esta manera, se puede emplear -tal como ya se ha mencionado- de una manera ventajosa en cables así como arrollamientos eléctricos para motores e imanes eléctricos. En este caso, debido a la forma de cinta, él sólo puede ser doblado en una dirección.

30 El invento se basa en la misión de realizar el procedimiento expuesto al principio de tal manera que se obtenga un conductor superconductor sobre la base de YBCO, que sea más fácil de elaborar.

35 El problema planteado por esta misión se resuelve de acuerdo con el invento

- 40 - conformando un sustrato metálico texturizado, que se presenta en forma de una cinta, primeramente en su dirección longitudinal alrededor de un soporte metálico estirado longitudinalmente, con una sección transversal circular, para dar un tubo hendido, con unas aristas que se extienden en dirección longitudinal y que están situadas una junto a otra en una hendidura.
- cerrando el tubo hendido, a continuación, mediante soldadura de la hendidura,
- 45 - llevando hacia abajo el tubo cerrado, después de esto, hasta que se apoye en el soporte,
- aplicando seguidamente la capa a base del material superconductor de YBCO sobre el tubo a su alrededor, y
- 50 - finalmente llevando a cabo el tratamiento térmico.

55 Con este procedimiento se ha proporcionado un conductor eléctrico, que se puede llevar al estado superconductor, el cual se puede elaborar de igual manera que los habituales conductores en forma de alambres. Ya no se necesita ninguna dirección especial al doblar el conductor. Éste se adecua, por lo tanto, especialmente para la producción de arrollamientos para motores e imanes eléctricos, pero también para la formación de cables eléctricos mediante empleo de los dispositivos habituales.

El procedimiento de acuerdo con el invento se explica con ayuda de los dibujos como un ejemplo de realización.

60 Allí muestran:

La Fig. 1 de manera esquemática una disposición para la realización del procedimiento de acuerdo con el invento.

65 Las Figs. 2 hasta 5 unas imágenes de cortes de la Fig. 1 a lo largo de las líneas II - II hasta V - V, en representaciones ampliadas.

La Fig. 6 un corte transversal a través de un conductor superconductor producible con el procedimiento.

## ES 2 319 228 T3

Con 1 se designa a un soporte metálico, que puede estar estructurado en forma de un cordón, una cuerda o un tubo. Este se compone de manera preferida de acero y puede cumplir también la función de un elemento central, resistente a la tracción, para un conductor superconductor que se debe de producir. El soporte 1 tiene de manera preferida un diámetro externo situado entre 0,5 mm y 3,0 mm.

5

Alrededor del soporte 1, a partir de un sustrato metálico ya texturizado mediante un tratamiento previo, que se presenta en forma de una cinta 2, se conforma un tubo hendido 3, que está situado ventajosamente lo más cerca que sea posible del soporte 1. Sus aristas, que se extienden en la dirección longitudinal, se sitúan una junto a otra junto a una hendidura 4, que al principio está todavía abierta. La cinta 2 se retira en este caso desde un carrete 5 y se moldea en un dispositivo de conformación indicado someramente mediante unos rodillos 6, para dar el tubo hendido 3. Ella se compone, por ejemplo, de níquel, cobre o hierro, o de una aleación. En una etapa de tratamiento previo, la cinta 2 ha obtenido gofrada, por ejemplo, una textura biaxial. Ella tiene de manera preferida un espesor situado entre 50  $\mu\text{m}$  y 150  $\mu\text{m}$ .

15 El soporte 1 y el tubo hendido 3 se mueven de manera preferida continuamente en la dirección de la flecha 7. En este caso, la hendidura 4 del tubo hendido 3 se suelda en la siguiente etapa de trabajo en un dispositivo de soldadura 8, de tal manera que se obtiene un tubo 9 cerrado por un cordón de soldadura. El dispositivo de soldadura 8 puede estar estructurado de una manera arbitraria. Ventajosamente, una soldadura se lleva a cabo bajo un gas protector de acuerdo con el procedimiento de gas inerte con wolframio (WIG) o con el de gas inerte con un metal (MIG), o se lleva a cabo una soldadura con un rayo láser. También se puede emplear un procedimiento de soldadura con un electrodo consumible por combustión. El tubo cerrado 9 se reduce en su diámetro, después de esto, en un dispositivo de tracción 10, hasta tanto que se apoye en el soporte 1. El correspondiente elemento se deduce de la Fig. 4.

25 El elemento circular, producido de esta manera, se reviste a todo su alrededor, a continuación, en una instalación 11, con una capa 12 a base de un material de YBCO, cuyo espesor puede estar situado con ventaja entre 1  $\mu\text{m}$  y 5  $\mu\text{m}$ . Esto se puede realizar con ayuda de procedimientos en sí conocidos, tales como, por ejemplo, el procedimiento PVD (en inglés "Physical Vapor Deposition", deposición física desde la fase de vapor) o el procedimiento CSD (en inglés "Chemical Solution Deposition", deposición química desde una solución). Detrás de la instalación 11 se presenta entonces un conductor 13 acabado, revestido con un material superconductor de YBCO (Fig. 5), el cual se somete finalmente en una disposición 14 a un tratamiento térmico, preferiblemente se calcina, con el fin de alcanzar la capacidad de presentar una superconductividad,. Esto se puede realizar ventajosamente a unas temperaturas de 700°C hasta 850°C.

35 Para la protección adicional del sustrato realizado por la cinta 2 o respectivamente por el tubo 9, sobre el mismo, antes del revestimiento con YBCO, se puede aplicar todavía una capa de amortiguación 15 cerrada a todo su alrededor, que tiene un espesor de, por ejemplo, 100 nm hasta 200 nm, la cual se compone, por ejemplo de un material cerámico. Unos materiales adecuados son, por ejemplo, óxido de cerio o un óxido de lantano y zirconio. La capa de amortiguación 15 se puede aplicar mediante los mismos procedimientos de revestimiento, que se han indicado para la capa de YBCO 12. Sobre la capa de amortiguación 15 se aplica entonces la capa de YBCO 12, tal como se ha descrito, y a esto le sigue el tratamiento térmico en la disposición 14. Una sección transversal a través de un conductor superconductor 16 completado correspondientemente, se representa en la Fig. 6.

45

50

55

60

65

# ES 2 319 228 T3

## REIVINDICACIONES

5 1. Procedimiento para la producción de un conductor eléctrico superconductor, en el que una capa a base de un óxido de itrio, bario y cobre (YBCO) se aplica, como material superconductor, sobre un sustrato metálico texturizado, y se somete a un tratamiento térmico, **caracterizado** porque

10 - un sustrato metálico texturizado, que se presenta en forma de una cinta (2), se conforma primeramente en su dirección longitudinal alrededor de un soporte metálico estirado longitudinalmente (1), con una sección transversal circular, para dar un tubo hendido (3), con unas aristas que se extienden en la dirección longitudinal y que están situadas una junto a otra en una hendidura (4).

15 - el tubo hendido (3), a continuación, se cierra mediante soldadura de la hendidura (4),

20 - después de esto, el tubo cerrado (9) se lleva hacia abajo hasta que se apoye en el soporte (1),

- seguidamente la capa (12) a base de un material superconductor de YBCO se aplica a todo alrededor del tubo (9) y

25 - finalmente se lleva a cabo el tratamiento térmico.

2. Procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado** porque antes de la aplicación de la capa (12) a base del material de YBCO, sobre el tubo (9) se aplica una capa de amortiguación (15) cerrada a todo su alrededor, a base de un material metálico.

25 3. Conductor eléctrico superconductor producido con el procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1, que tiene un material de YBCO como material superconductor, **caracterizado** porque, alrededor de un soporte metálico (1), con una sección transversal circular, está dispuesto un tubo (9) cerrado, a base de un material metálico texturizado, que está rodeado por todos los lados por una capa (12) a base de un material de YBCO.

30 4. Conductor de acuerdo con la reivindicación 3, **caracterizado** porque entre el tubo (9) y la capa de YBCO (12) está dispuesta una capa metálica de amortiguación (15).

35

40

45

50

55

60

65

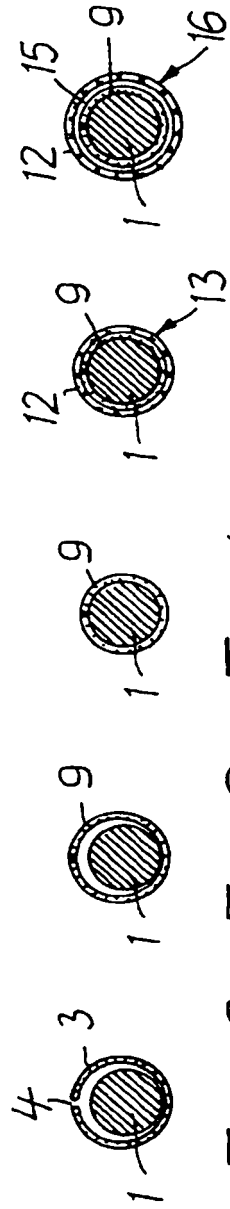
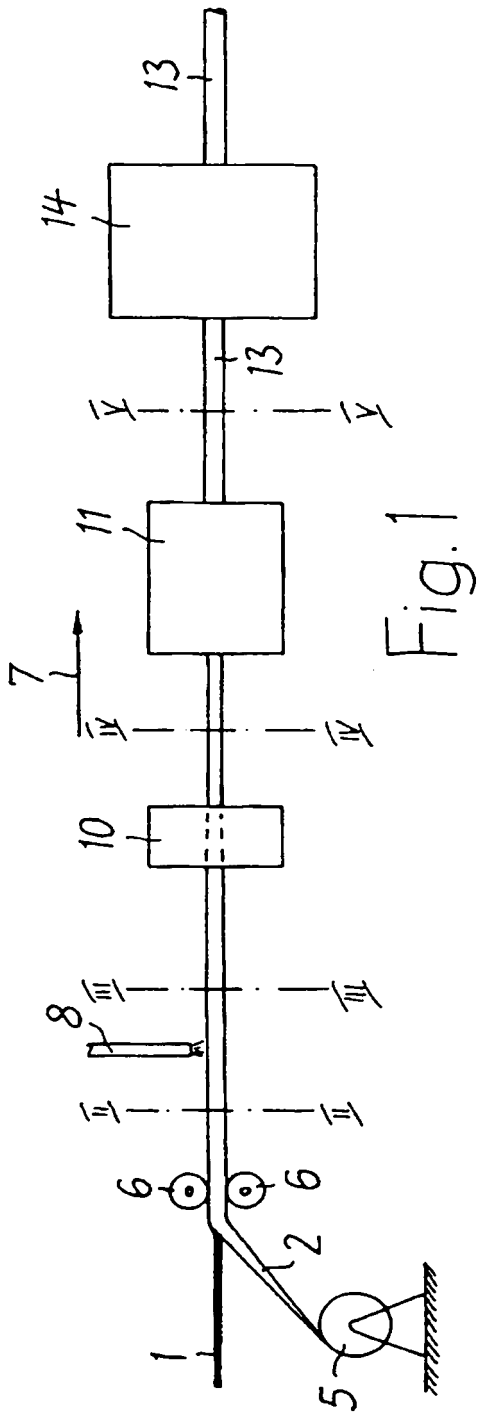


Fig. 2 Fig. 3 Fig. 4

Fig. 5 Fig. 6