(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 683 981**

(51) Int. Cl.:

H01L 39/24 (2006.01)
H01B 12/02 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(86) Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.08.2013** **PCT/KR2013/007765**

(87) Fecha y número de publicación internacional: **06.03.2014** **WO14035155**

(96) Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.08.2013** **E 13833975 (9)**

(97) Fecha y número de publicación de la concesión europea: **30.05.2018** **EP 2891160**

(54) Título: **Método de fabricación de alambre superconductor**

(30) Prioridad:

29.08.2012 KR 20120095110
19.08.2013 KR 20130098075

(45) Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
01.10.2018

(73) Titular/es:

SUNAM CO., LTD. (100.0%)
52 Seungnyang-gil
Anseong-si, Gyeonggi-do 456-812, KR

(72) Inventor/es:

MOON, SEUNG HYUN;
CHUNG, WOO SUK;
LEE, JAE HUN;
CHOI, KYUHAN;
SONG, DEAWON;
KIM, BYEONGJOO y
AHN, SANGJUN

(74) Agente/Representante:

SUGRAÑES MOLINÉ, Pedro

ES 2 683 981 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

Método de fabricación de alambre superconductor

Campo técnico

La presente invención, dada a conocer en el presente documento, se refiere a un alambre superconductor.

Antecedentes de la técnica

Dado que los dispositivos de energía que usan un alambre superconductor pueden mejorar la eficiencia sin sufrir pérdidas, debido a la resistencia, y permiten que fluya una mayor cantidad de corriente a través de un área pequeña, el alambre superconductor presenta ventajas que permiten la miniaturización y el peso ligero de los dispositivos de energía. Recientemente, se ha estudiado un alambre superconductor de alta temperatura de segunda generación (Conductor Recubierto), que incluye una película superconductora sobre un sustrato metálico o sobre una delgada capa de amortiguación, que incluye una estructura texturizada biaxialmente alineada. Comparado con un conductor metálico, el alambre superconductor de alta temperatura de segunda generación puede transmitir mucha más corriente eléctrica por unidad de área de su sección transversal. El alambre superconductor de alta temperatura de segunda generación puede usarse en un cable superconductor de transmisión y distribución de energía, con baja pérdida de energía, en la formación de imágenes por resonancia magnética (MRI), en un tren de levitación magnética, en una embarcación de propulsión por superconducción, etc.

En un documento de Lee N-J y otros, Journal of the Korea Institute of Applied Superconductivity and Cryogenics, vol. 12, n.º 2, (2010), págs. 9-12, se laminaron por soldadura dos cintas metálicas de latón sobre los lados opuestos de una cinta conductora recubierta con Cu/Ag/REBCO/$LaMnO_3$/MgO/Y_2O_3/$A1_2O_3$/Hastelloy/Ag/Cu, en la que el Cu se fabricó mediante galvanoplastia. El documento KR 101172810 B1 se refiere a un aparato y un método de laminación por reflujo de una cinta superconductora similar.

El documento US 2012/0065074 A1 da a conocer otra cinta conductora revestida, rodeada por una sobrecapa/capa de semilla de un metal noble y una capa estabilizadora de Cu electrodepositada sobre la misma, que está laminada por soldadura entre dos cintas de Cu.

El documento JP 2012-043734 A muestra una cinta superconductora encerrada por un revestimiento de resina exterior sobre una capa estabilizadora metálica, formada por una capa de Cu electrodepositada sobre una capa de semilla de Cu pulverizada catódicamente.

Divulgación de la invención

La presente invención proporciona un método de fabricación de un alambre superconductor de acuerdo con la reivindicación independiente 1. En las reivindicaciones dependientes se establecen realizaciones ventajosas adicionales.

Efectos ventajosos de la invención

De acuerdo con el concepto inventivo, puede laminarse fácilmente una cinta superconductora.

Breve descripción de los dibujos

La FIG. 1 es un diagrama de flujo, que muestra un método para fabricar un alambre superconductor de acuerdo con el concepto de la invención;
La FIG. 2 ilustra conceptualmente una estructura de una cinta superconductora;
La FIG. 3A es una vista esquemática que ilustra conceptualmente una unidad de formación de capa protectora de cobre, de acuerdo con una realización del concepto de la invención;
La FIG. 3B ilustra una cinta superconductora que se proporciona a una unidad de formación de capa protectora de cobre, de acuerdo con una realización del concepto de la invención;
La FIG. 4 es una vista esquemática que ilustra la formación de una capa protectora de cobre sobre una cinta superconductora, de acuerdo con una realización del concepto de la invención;
La FIG. 5 es una vista esquemática que ilustra conceptualmente una unidad de formación de capa estabilizadora de cobre, de acuerdo con una realización del concepto de la invención;
La FIG. 6 es una vista esquemática que ilustra conceptualmente un aparato de burbujeo de una unidad de formación de capa estabilizadora de cobre, de acuerdo con una realización del concepto de la invención;
La FIG. 7 es una vista esquemática que ilustra la formación de una capa estabilizadora de cobre sobre una cinta superconductora, de acuerdo con una realización del concepto de la invención;
La FIG. 8 es una vista esquemática que ilustra la formación de una película de prevención de la oxidación sobre una cinta superconductora, de acuerdo con una realización del concepto de la invención;
La FIG. 9 es una vista esquemática que ilustra conceptualmente una unidad de laminación de acuerdo con una

realización del concepto de la invención;
Las FIGS. 10A y 10B son vistas en sección transversal, tomadas a lo largo de las líneas I-I y II-II de la FIG. 9, respectivamente.
Las FIGS. 11A y 11B son vistas esquemáticas que ilustran alambres superconductores sobre los que se han sujetado cintas metálicas, de acuerdo con las realizaciones del concepto de la invención.

Modo para la invención

En lo sucesivo, se describirán en detalle realizaciones ejemplares con referencia a los dibujos adjuntos. Sin embargo, el concepto de la invención puede realizarse de diferentes formas y no debe interpretarse como limitado a las realizaciones expuestas en el presente documento. Por el contrario, estas realizaciones se proporcionan de modo que la presente divulgación sea minuciosa y completa, y para que transmita en su totalidad a los expertos en la materia el alcance del concepto de la invención, tal como se define en las reivindicaciones adjuntas. Además, dado que se describen realizaciones a modo de ejemplo, los números de referencia dados a conocer de acuerdo con la secuencia de descripción no están limitados a la misma.

La FIG. 1 es un diagrama de flujo que muestra un método de fabricación de un alambre superconductor de acuerdo con el concepto de la invención. Con referencia a la FIG. 1, se proporciona una cinta superconductora que tiene una superficie externa (S10). Se forma una capa de cobre sobre la superficie externa de la cinta superconductora (S20). La formación de la capa de cobre puede incluir formar una capa protectora de cobre usando un método de deposición física (S21), y formar una capa estabilizadora de cobre usando un método de galvanoplastia sobre la capa protectora de cobre (S22). Se fijan una primera cinta metálica y una segunda cinta metálica sobre una primera superficie de la cinta superconductora, en la que está formada la capa de cobre, y sobre una segunda superficie opuesta a la primera superficie, respectivamente (S30).

La FIG. 2 ilustra conceptualmente una estructura de una cinta superconductora. Con referencia a las FIGS. 1 y 2, se proporciona una cinta superconductora 10 que tiene una superficie exterior 11 definida por una primera superficie 12, una segunda superficie 13, y dos superficies laterales 14 (S10). La segunda superficie 13 está opuesta a la primera superficie 12, y ambas superficies laterales 14 conectan la primera superficie y la segunda superficie. Las dos superficies laterales 14 incluyen una superficie lateral 14a y otra superficie lateral 14b. La cinta superconductora 10 puede incluir un sustrato 1, y una capa 2 de IBAD, una capa tampón 3, una capa superconductora 4 y una capa protectora, que se laminan secuencialmente sobre el sustrato 1. La primera superficie 12 puede ser una superficie superior de la capa protectora 5, y la segunda superficie 13 puede ser una superficie inferior del sustrato 1.

El sustrato 1 puede tener una estructura texturizada biaxialmente alineada. El sustrato 1 puede ser un sustrato de metal. El sustrato de metal puede incluir un metal reticular cúbico, tal como níquel (Ni), aleaciones de níquel (Ni-W, Ni-Cr, Ni-Cr-W, etc.), acero inoxidable, plata (Ag), aleaciones de plata, compuestos de níquel-plata que estén laminados en caliente. El sustrato 1 puede tener una forma de cinta para un conductor revestido.

La capa 2 de IBAD puede formarse sobre el sustrato 1. La capa 2 de IBAD puede incluir una capa de detención de la difusión (por ejemplo, Al_2O_3), una capa de semilla (por ejemplo, Y_2O_3) y una capa de MgO, que se apilen secuencialmente. La capa 2 de IBAD se forma mediante un método de IBAD. Adicionalmente, sobre la capa 2 de IBAD puede formarse una capa MaO homoepitaxial crecida epitaxialmente. Puede formarse una capa tampón 3 sobre la capa 2 de IBAD. La capa tampón 3 puede incluir $LaMnO_3$, $LaAlO_3$ o $SrTiO_3$., etc. La capa tampón 3 puede formarse mediante un método de pulverización catódica. La capa 2 de IBAD y la capa tampón 3 pueden evitar una reacción entre el sustrato y el material superconductor situado sobre el sustrato, y transferir las propiedades cristalinas de la estructura texturizada alineada biaxialmente.

Se forma una capa superconductora 4 sobre la capa tampón 3. La formación de la capa superconductora 4 puede incluir formar una película precursora superconductora, y tratar térmicamente la película precursora superconductora.

Debe comprenderse que la película precursora superconductora está en un estado amorfo, en el que no ha sido sometida a cristalización. La película precursora superconductora puede incluir al menos uno de entre miembros de tierras raras (TR), cobre (Cu) y bario (Ba). La película precursora superconductora puede formarse mediante diversos métodos. Por ejemplo, la película precursora superconductora puede formarse mediante un método de coevaporación reactiva, un método de ablación por láser, un método de deposición de vapor químico (CVD), un método de deposición orgánica de metal (MOD) o un método de sol-gel.

En una realización ejemplar, la película precursora superconductora puede formarse mediante un método de evaporación. Para depositar la película precursora superconductora, el método de evaporación puede incluir proporcionar vapor de metal, generado al irradiar haces de electrones sobre capa 20 de cobrees que contengan miembros de tierras raras, cobre (Cu) y bario (Ba), respectivamente. El miembro de tierras raras puede incluir al menos uno de entre itrio (Y), miembros de la serie de lantánidos, o una combinación de los mismos. Los miembros de la serie de lantánidos incluyen lantano (La), neodimio (Nd), samario (Sm), europio (Eu), gadolinio (Gd), terbio

(Tb), disprosio (Dy), holmio (Ho), erbio (Er), tulio (Tm), iterbio (Yb) y lutecio (Lu).

En otra realización ejemplar, la película precursora superconductora 50 puede formarse mediante el método de MOD. Por ejemplo, se prepara una solución de un precursor metálico disolviendo acetato de miembros de tierras raras, acetato de bario y acetato de cobre en un disolvente, evaporando y destilando la solución disuelta, y creando un reflujo del vapor destilado. Puede recubrirse el sustrato con la solución del precursor metálico.

Se trata térmicamente el sustrato 1 sobre el que se forma la película precursora superconductora, de modo que una capa superconductora 4 crezca epitaxialmente sobre el sustrato 1.

Se forma una capa protectora 5 sobre la capa superconductora 4. La capa protectora 5 puede formarse con plata (Ag). La capa protectora 5 puede proteger la capa superconductora 4 de un entorno exterior.

La FIG. 3A es una vista esquemática que ilustra conceptualmente una unidad 100 de formación de capa protectora de cobre, de acuerdo con una realización del concepto de la invención, y la FIG. 3B ilustra una cinta superconductora que se proporciona a modo de la unidad 100 de formación de capa protectora de cobre. La FIG. 4 ilustra la formación de una capa protectora 21 de cobre sobre una cinta superconductora.

Con referencia a las FIGS. 3A y 3B, la unidad 100 de formación de capa protectora de cobre puede incluir un primer aparato 110 de carrete a carrete, y un miembro 120 de deposición. El miembro 120 de deposición se proporciona dentro de una cámara de proceso (no ilustrada). La cámara de proceso puede proporcionar un espacio en el que se efectúe un proceso de deposición, para formar la capa protectora de cobre sobre la cinta superconductora 10, y también puede proporcionar una presión (por ejemplo, una presión inferior a unas pocas centenas de Pa) inferior a la presión atmosférica.

El miembro 120 de deposición puede incluir un primer y segundo miembros 121 y 122 de deposición situados en medio del primer aparato 110 de carrete a carrete. En una realización ejemplar, el primer y segundo miembros 121 y 122 de deposición pueden formar la capa protectora 21 de cobre usando un método de deposición física (por ejemplo, pulverización catódica) sobre la cinta superconductora 10. Por ejemplo, el primer y segundo miembros 121 y 122 de deposición pueden ser objetivos de pulverización catódica, respectivamente. El primer aparato 120 de carrete a carrete puede retorcer la cinta superconductora 10. Así, puede formarse la capa protectora 21 de cobre tanto sobre la primera superficie 12 como sobre la segunda superficie 13. Adicionalmente, la capa protectora 21 de cobre puede formarse sobre ambas superficies laterales que conectan la primera superficie 12 y la segunda superficie 13. La capa protectora 21 de cobre puede tener un espesor que varíe de aproximadamente 0,5 mm a aproximadamente 4,0 mm. La capa protectora 21 de cobre puede formarse de manera que sea más delgada sobre las superficies laterales 14 que sobre la primera superficie 12 y la segunda superficie 13 (véase la FIG. 4).

La FIG. 5 es una vista esquemática que ilustra conceptualmente una unidad 200 de formación de capa estabilizadora de cobre, de acuerdo con una realización del concepto de la invención. La FIG. 6 ilustra la formación de una capa protectora 22 de cobre sobre la cinta superconductora.

Con referencia a la FIG. 5, la unidad 200 de formación de capa estabilizadora de cobre puede incluir un segundo aparato 220 de carrete a carrete, y un miembro 230 de chapado. El miembro 230 de chapado puede incluir un primer y segundo miembros 231 y 232 de chapado. En una realización ejemplar, el primer y segundo miembros 231 y 232 de chapado pueden incluir un electrodo positivo 235, sumergido en una solución 234 de chapado en la que se hayan mezclado sulfato de cobre (II), pentahidrato y ácido sulfúrico. El electrodo positivo 235 puede ser de cobre que contenga fósforo. Se proporciona la cinta superconductora 10 en la solución de chapado del primer y segundo miembros 231 y 232 de chapado. Se carga la cinta superconductora 10 en un electrodo negativo. Generalmente, la solución 234 de chapado que contiene ácido sulfúrico puede dañar la cinta superconductora 10, y/o puede dañarse la misma durante el proceso de limpieza.

Adicionalmente, los iones de hidrógeno contenidos en la solución 234 de chapado pueden permanecer sobre la cinta superconductora 10. Esos iones hidrógeno pueden dañar la cinta superconductora 10. Por lo tanto, es preferible eliminar los iones de hidrógeno durante y/o después de la formación de la capa estabilizadora 22 de cobre. Pueden utilizarse diversos métodos para eliminar los iones de hidrógeno.

En una realización ejemplar, puede disminuirse la cantidad de iones de hidrógeno que permanecerá sobre la cinta superconductora 10 mediante el suministro de burbujas de oxígeno, nitrógeno o aire, desde el fondo del primer y segundo miembros 231 y 232 de chapado (véase la figura 6). La FIG. 6 ilustra el suministro de las burbujas de oxígeno, nitrógeno o aire desde un burbujeador 237, situado bajo el electrodo positivo 235 sumergido en la solución 234 de chapado. Las burbujas de oxígeno, nitrógeno o aire ascienden hasta la superficie superior de la solución 234 de chapado, a través de la superficie de la cinta superconductora 10.

En una realización ejemplar, en lugar de ácido sulfúrico genérico, se usa ácido sulfúrico electrolizado a modo de ácido sulfúrico. Se describe un proceso de preparación de ácido sulfúrico electrolizado. Con referencia a la siguiente fórmula de reacción, se electroliza una solución de ácido sulfúrico en la que se han mezclado ácido sulfúrico y agua.

$H_2SO_4 = 2H^+ + SO_4^{2-}$

En el concepto de la invención, debe comprenderse que el ácido sulfúrico electrolizado incluye SO_4^{2-}. El hidrógeno ionizado (por ejemplo, H+), que se genera al electrolizar ácido sulfúrico, puede convertirse a H_2 y eliminarse. Por ejemplo, el hidrógeno ionizado puede eliminarse en forma de gas hidrógeno (H_2) cerca del electrodo negativo.

En una realización ejemplar, se cuece la cinta superconductora 10 chapada. El proceso de cocción puede llevarse a cabo a una presión que varíe entre $1{,}33 \cdot 10^{-4}$ Pa y la presión atmosférica, y a una temperatura no inferior a la temperatura ambiente. El proceso de cocción puede llevarse a cabo, por ejemplo, a una presión de aproximadamente 0,133 Pa y aproximadamente 200 ºC. Mediante el proceso de cocción, puede eliminarse el hidrógeno que permanezca sobre la cinta superconductora 10.

Con referencia a la FIG. 7, se electrodeposita la capa estabilizadora 22 de cobre sobre la capa protectora 21 de cobre. La capa protectora 21 de cobre puede funcionar como una capa de semilla para electrodepositar la capa estabilizadora 22 de cobre. La capa estabilizadora 22 de cobre puede formarse uniformemente sobre la primera superficie, la segunda superficie y las superficies laterales de la cinta superconductora 10. La capa protectora 23 de cobre puede tener un espesor que varíe de aproximadamente 15 mm a aproximadamente 20 mm.

La capa 20 de cobre puede incluir la capa protectora 21 de cobre y la capa estabilizadora 22 de cobre sobre la capa protectora 21 de cobre. La capa 20 de cobre rodea completamente la superficie externa 11 de la cinta superconductora 10, para encapsular la cinta superconductora 10. Así, puede protegerse la cinta superconductora 10 de manera estable. De acuerdo con las realizaciones ejemplares del concepto de la invención, la capa de cobre de manera puede formarse que sea más densa, para proteger de manera estable la cinta superconductora ante la penetración de un gas externo o un material nocivo.

Con referencia a la FIG. 8, puede formarse adicionalmente una capa 25 de prevención de la oxidación, que cubra la capa 25 de cobre. La formación de la capa 25 de prevención de la oxidación puede incluir un tratamiento de cromato. El tratamiento con cromato permite que se forme una película delgada, con cromato de cromo como componente principal, sobre la capa de cobre. La película delgada se forma debido a una reacción principal en la que se disuelve el cobre con un ácido, de una solución que contiene ácido crómico o dicromato como componente principal, y se reduce la concentración de iones de hidrógeno en un límite de los granos de cobre, para reducir los iones dicromato, etc. Así, se forma un depósito sobre una superficie de cobre y se forma una película de cromato, que incluye componentes complejos. Cuando se seca la película de cromato para eliminar la humedad, se convierte en una película dura con grietas finas. Esta capa 25 de prevención de la oxidación puede ser una película que contenga cromo. En otra opción, la capa 25 de prevención de la oxidación puede ser una película de un compuesto inorgánico a base de silicato. La película del compuesto inorgánico a base de silicato puede incluir, por ejemplo, un compuesto de litio, un compuesto de silicio y aditivos. Puede eliminarse al menos una porción de la película del compuesto inorgánico a base de silicato, según resulte necesario para un proceso posterior.

La capa 25 de prevención de la oxidación puede impedir que una superficie de la capa 20 de cobre se oxide y, por lo tanto, aumente la resistencia de contacto entre la capa 20 de cobre y otro alambre que haga contacto con la capa 20 de cobre. Aunque en los siguientes dibujos no se ilustra la capa 25 de prevención de la oxidación, de acuerdo con el concepto de la invención la capa 25 de prevención de la oxidación puede estar presente sobre la capa 20 de cobre.

En la descripción y reivindicaciones siguientes, la cinta superconductora 10 sobre la cual se forma la capa 20 de cobre puede denominarse cinta superconductora 10. Para este fin, un lado 20a de la capa 20 de cobre que cubre la cinta superconductora 10 está sobre la superficie lateral 14a de la cinta superconductora 10, y el otro lado 20b de la capa 20 de cobre que cubre la cinta superconductora 10 está sobre la otra superficie lateral 14b de la cinta superconductora 10. Adicionalmente, en caso de que la capa 25 de prevención de oxidación esté presente, el lado 20a y el otro lado 20b de la capa de cobre pueden indicar un lado y otro lado de la capa 25 de prevención de la oxidación, respectivamente.

La FIG. 9 es una vista esquemática que ilustra conceptualmente una unidad 300 de laminación de acuerdo con una realización del concepto de la invención. Las FIGS. 10A y 10B son vistas en sección transversal, tomadas por las líneas II y II-II de la FIG. 9 y vistas desde donde se introducen la cinta superconductora 10, la primera y la segunda cintas metálicas 31 y 32.

Con referencia a las FIGS. 9, 10A y 10B, la unidad 300 de laminación puede incluir un crisol 310 de soldadura, un tercer aparato de carrete a carrete y un miembro 330 de prensado.

El crisol 310 de soldadura contiene una soldadura 35 en el mismo. La soldadura 35 puede incluir estaño (62 %), plomo (36 %) y/o plata (2 %).

El tercer aparato de carrete a carrete puede incluir un primer y segundo miembros 321 y 322 de carrete, que proporcionen una primera y segunda cintas metálicas 31 y 32, un tercer miembro 323 de carrete que proporcione una cinta superconductora 10, y un cuarto miembro 324 de carrete que enrolle un alambre superconductor 40. El

tercer miembro 323 de carrete proporciona la cinta superconductora 10 entre la primera y la segunda cintas metálicas 31 y 32, alimentadas desde el primer miembro 321 de carrete y el segundo miembro 322 de carrete. La cinta superconductora 10 y la primera y segundas cintas metálicas 31 y 32 se sumergen en la soldadura 35 del crisol 310 de soldadura, para que la soldadura 35 permanezca en las mismas y convertirse en el alambre superconductor 40, y el alambre superconductor 40 se proporciona al cuarto miembro 324 de carrete. La soldadura 35 se proporciona entre la primera cinta metálica 31 y la primera superficie de la cinta superconductora 10, y entre la segunda cinta metálica 32 y la segunda superficie de la cinta superconductora 10. La primera y segunda cintas metálicas 31 y 32 pueden tener un espesor que varíe de aproximadamente 40 mm a aproximadamente 120 mm. La primera y segunda cintas metálicas 31 y 32 pueden incluir un metal o una aleación de metal. La primera y segunda cintas metálicas 31 y 32 pueden incluir, por ejemplo, acero inoxidable, cobre, aluminio, níquel, o una aleación de los mismos.

Puede proporcionarse un miembro 320 de guía delante del miembro 330 de prensado. El miembro 320 guía la cinta superconductora 10 insertada entre la primera y segunda cintas metálicas 31 y 32 hasta el miembro 330 de prensado. De acuerdo con la presente invención, el miembro 320 de guía permite alinear entre sí un lado 20a de la capa de cobre, sobre la superficie lateral 14a de la cinta superconductora 10, y un lado 31a y 32a de la primera y segunda cintas metálicas 31 y 32. Por ejemplo, el miembro 320 de guía permite que un lado 20a de la capa de cobre, sobre la superficie lateral 14a de la cinta superconductora 10, y un lado 31a y 32a de la primera y segunda cintas metálicas 31 y 32 entren en contacto con el miembro 320 de guía. Así, la primera y la segunda cintas metálicas 31 y 32 cubren completamente la primera superficie 12 y la segunda superficie 13 de la cinta superconductora 10 sobre la que está formada la capa de cobre. Así, pueden protegerse de forma estable la primera superficie 12 y la segunda superficie 13 de la cinta superconductora 10 sobre la que está formada la capa 20 de cobre. Adicionalmente, en caso de que las anchuras de la primera y segunda cintas metálicas 31 y 32 sean mayores que la anchura de la cinta superconductora 10 sobre la que está formada la capa 20 de cobre, los otros lados 31b y 32b de la primera y segunda cintas metálicas pueden sobresalir desde el otro lado 20b de la capa 20 de cobre, sobre la otra superficie lateral 14b de la cinta superconductora 10. Si no se proporciona el miembro 320 de guía, la cinta superconductora 10 puede quedar desalineada con la primera y segunda cintas metálicas 31 y 32. Por ejemplo, la cinta superconductora 10 puede quedar desviada con respecto al menos un lado de la primera y segunda cintas metálicas 31 y 32.

El miembro 330 de prensado está situado dentro del crisol 310 de soldadura, entre el primer y tercer miembros 321, 322, 323 de carrete y el cuarto miembro 324 de carrete. El miembro 330 de prensado puede incluir un par de cuerpos principales 331 y 332 del miembro de prensado, y un par de cuerpos elásticos 334 y 335 (por ejemplo, de caucho de silicona) entre los mismos. El miembro 330 de prensado presiona la cinta superconductora 10 y la primera y segunda cintas metálicas 31 y 32 para sujetar la cinta superconductora 10, la primera cinta metálica 31 y la segunda cinta metálica 32. Junto con esto, el miembro 330 de prensado elimina residuos innecesarios de soldadura sobre la superficie lateral 14a y/o la otra superficie lateral 14b de la cinta superconductora 10, sobre la cual se forma la capa 20 de cobre, de manera que la soldadura 35 permanezca entre la primera superficie 12 de la cinta superconductora 10 y la primera cinta metálica 31, y entre la segunda superficie 13 de la cinta superconductora 10 y la segunda cinta metálica 32. Puede retirarse el residuo de soldadura eliminado, y llevarse al crisol 310 de soldadura para volver a utilizarlo.

Las FIGS. 11A y 11B ilustran un alambre superconductor 40 que tiene unas cintas metálicas 31 y 32 fijadas sobre ambas superficies del mismo.

Con referencia a las FIGS. 2 y 11A, el alambre superconductor 40 que puede obtenerse mediante el método de la presente invención incluye una cinta superconductora 10, una capa 20 de cobre sobre una superficie exterior de la cinta superconductora 10, unas primera y segunda cintas metálicas 31 y 32, fijadas respectivamente sobre una primera superficie 12 y una segunda superficie 13 de la cinta superconductora 10 sobre la cual se forma la capa 20 de cobre, y una soldadura 35 entre la primera superficie 12 de la cinta superconductora 10 y la primera cinta metálica 31, y entre la segunda superficie 13 de la cinta superconductora 10 y la segunda cinta metálica 32. La superficie exterior 11 de la cinta superconductora 10 está definida por la primera superficie 12, la segunda superficie 13 opuesta a la primera superficie 12, y ambas superficies laterales que conectan la primera superficie 12 y la segunda superficie 13.

El espesor de la soldadura 35 sobre una superficie lateral 14a de la cinta superconductora 10, sobre la que se forma la capa 20 de cobre, puede ser diferente del de la otra superficie lateral 14b de la cinta superconductora 10 sobre la que se forma la capa 20 de cobre. Por ejemplo, el espesor de la soldadura 35 sobre una superficie lateral 14a de la cinta superconductora 10, sobre la que se forma la capa 20 de cobre, puede ser más delgado que en la otra superficie lateral 14b de la cinta superconductora 10 sobre la que se forma la capa 20 de cobre. Adicionalmente, puede eliminarse sustancialmente la soldadura 35 de la superficie lateral 14a de la cinta superconductora 10 sobre la cual se forma la capa 20 de cobre, y puede permanecer entre los otros lados 31b y 32b y el otro lado 20b de la capa 20 de cobre sobre la otra superficie lateral 14b de la cinta superconductora 10. La FIG. 11A ilustra un caso en el que las anchuras de la primera cinta metálica 31 y la segunda cinta metálica 32 son mayores que la anchura de la cinta superconductora 10, sobre la que se forma la capa 22 de cobre.

Con referencia a las FIGS. 2 y 11B, de acuerdo con el método de la presente invención, puede eliminarse sustancialmente la soldadura 35 de una superficie lateral 14a y de la otra superficie lateral 14b de la cinta superconductora 10, sobre la que se forma la capa 20 de cobre. La soldadura 35 puede permanecer entre la primera superficie 12 de la cinta superconductora 10 y la primera cinta metálica 31, y entre la segunda superficie 13 de la cinta superconductora 10 y la segunda cinta metálica 32. La FIG. 11B ilustra un caso en el que las anchuras de la primera cinta metálica 31 y la segunda cinta metálica 32 son iguales a la anchura de la cinta superconductora 10 sobre la que se forma la capa 20 de cobre.

REIVINDICACIONES

1. Un método de fabricación de un alambre superconductor, que comprende:

proporcionar una cinta superconductora (10) que tiene una superficie externa (11) definida por una primera superficie (12), una segunda superficie (13) opuesta a la primera superficie (13), y dos superficies laterales (14a, 14b) que conectan la primera superficie (12) y la segunda superficie (13);
formar una capa (20) de cobre sobre la superficie externa (11) de la cinta superconductora (10); y
fijar respectivamente una primera cinta metálica (31) y una segunda cinta metálica (32) sobre la primera superficie (12) y la segunda superficie (13) de la cinta superconductora (10) sobre la cual se forma la capa (20) de cobre,
en el que la formación de la capa (20) de cobre comprende:

formar una capa protectora (21) de cobre usando un método de deposición física para cubrir la primera superficie (12), la segunda superficie (13) y las superficies laterales (14a, 14b); y
formar una capa estabilizadora (22) de cobre sobre la capa protectora (21) de cobre, usando un método de galvanoplastia;
en el que la fijación de la primera cinta metálica (31) y la segunda cinta metálica (32) sobre la primera superficie (12) y la segunda superficie (13) de la cinta superconductora (10), sobre la cual se forma la capa (20) de cobre, comprende alinear un lado (31a) de la primera cinta metálica (31) y un lado (32a) de la segunda cinta metálica (32) con un lado (20a) de la capa (20) de cobre sobre una de las superficies laterales (14a) de la cinta superconductora (10), usando un miembro (320) de guía.

2. El método de la reivindicación 1, en el que la capa protectora (21) de cobre se forma mediante un proceso de pulverización catódica, y durante el proceso de pulverización catódica se retuerce la cinta superconductora (10), de manera que la capa protectora (21) de cobre cubra completamente la primera superficie (12), la segunda superficie (13) y las superficies laterales (14a, 14b) de la cinta superconductora (10).

3. El método de la reivindicación 2, en el que la capa protectora (21) de cobre se forma de manera que sea más delgada sobre las dos superficies laterales (14a, 14b) que en la primera superficie (12) y la segunda superficie (13).

4. El método de la reivindicación 1, en el que las cintas metálicas (31, 32) comprenden acero inoxidable, cobre, aluminio, níquel, o aleaciones de los mismos.

5. El método de la reivindicación 1, en el que la fijación de la primera cinta metálica (31) y la segunda cinta metálica (32) comprende proporcionar una soldadura (35) entre las cintas metálicas (31, 32) y la cinta superconductora (10), sobre la que se forma la capa (20) de cobre.

6. El método de la reivindicación 5, en el que la fijación de la primera cinta metálica (31) y la segunda cinta metálica (32) comprende:

proporcionar la cinta superconductora (10), sobre la cual se forma la capa (20) de cobre, y las cintas metálicas (31, 32) entre un par de cuerpos elásticos (333, 334) que están orientados el uno hacia el otro; y
prensar los cuerpos elásticos para eliminar un residuo de soldadura (35).

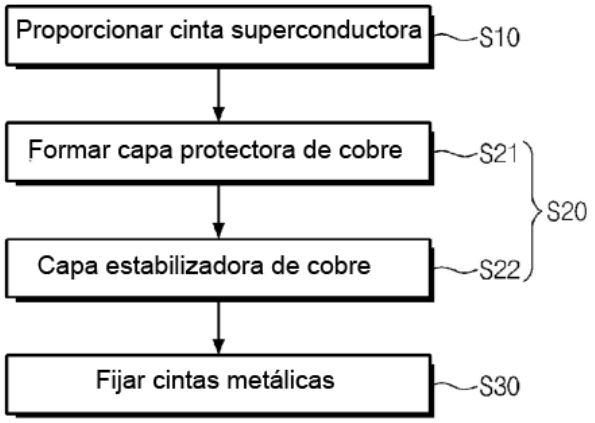
7. El método de la reivindicación 5, en el que la alineación de un lado (20a) de la capa (20) de cobre, sobre una superficie lateral (14a) de la cinta superconductora (10), con un lado de la primera cinta metálica (31) y la segunda cinta metálica (32) se lleva a cabo antes de fijar la primera cinta metálica (31) y la segunda cinta metálica (32) sobre la cinta superconductora (10), sobre la que se forma la capa (20) de cobre.
se forma.

8. El método de la reivindicación 7, en el que el espesor de la soldadura (35) sobre la superficie lateral (14a) de la cinta superconductora (10), sobre la cual se forma la capa (20) de cobre, es diferente del espesor sobre la otra superficie lateral (14b) de la cinta superconductora (10) sobre la cual se forma la capa (20) de cobre.

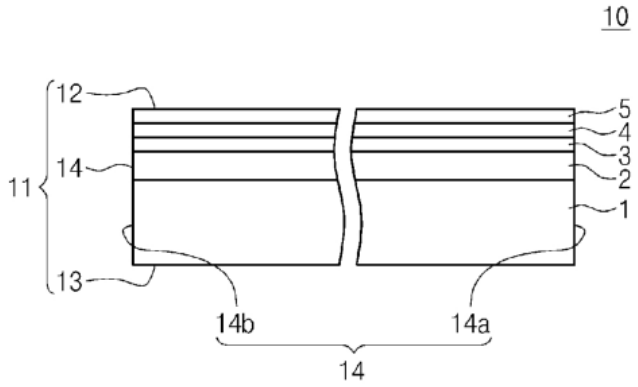
9. El método de la reivindicación 8, en el que el espesor de la soldadura (35) sobre la superficie lateral (14a) es más delgado que el espesor sobre la otra superficie lateral (14b).

10. El método de la reivindicación 7, en el que los otros lados (31b, 32b) de la primera cinta metálica (31) y la segunda cinta metálica (32) sobresalen desde el otro lado (20b) de la capa (20) de cobre sobre la otra superficie lateral (14b) de la cinta superconductora (10).

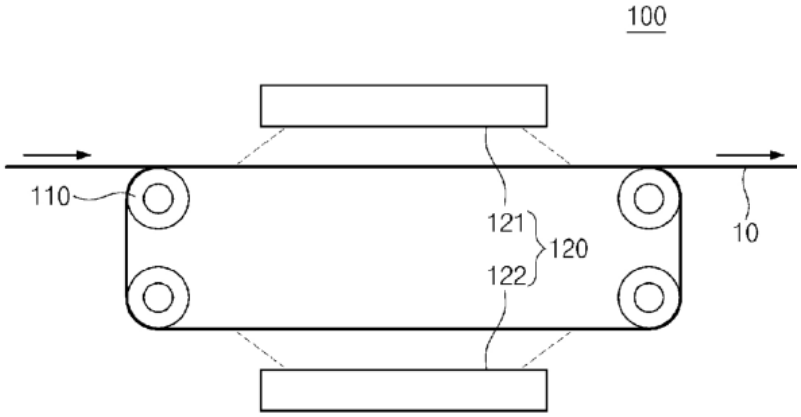
[Fig. 1]



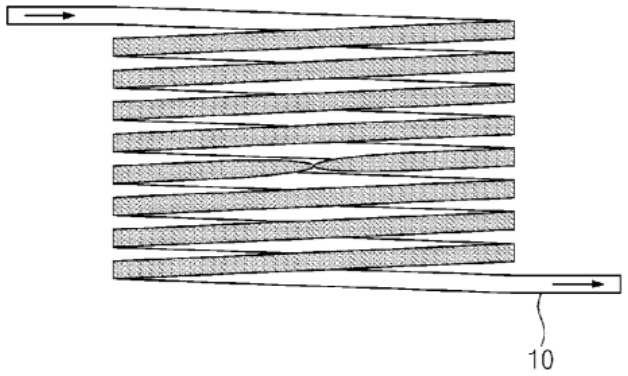
[Fig. 2]



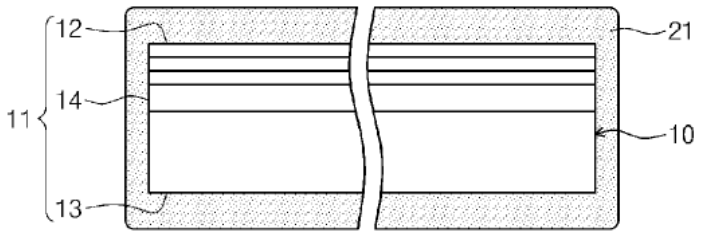
[Fig. 3a]



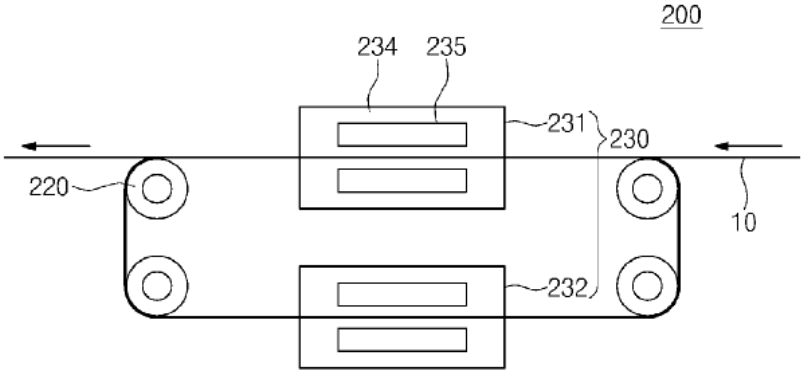
[Fig. 3b]



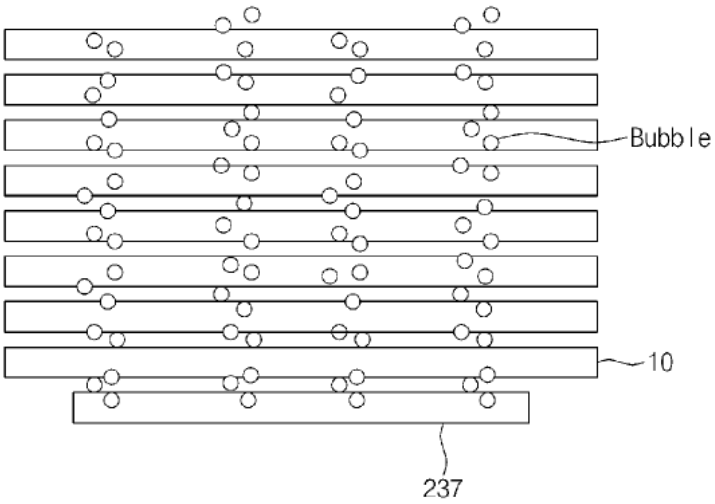
[Fig. 4]



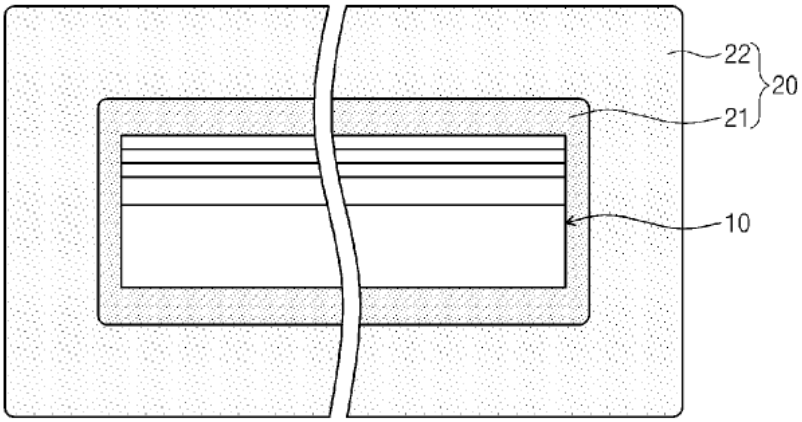
[Fig. 5]



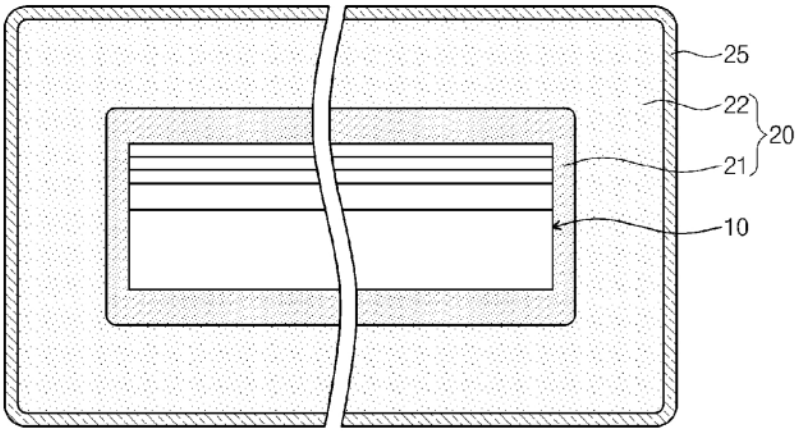
[Fig. 6]



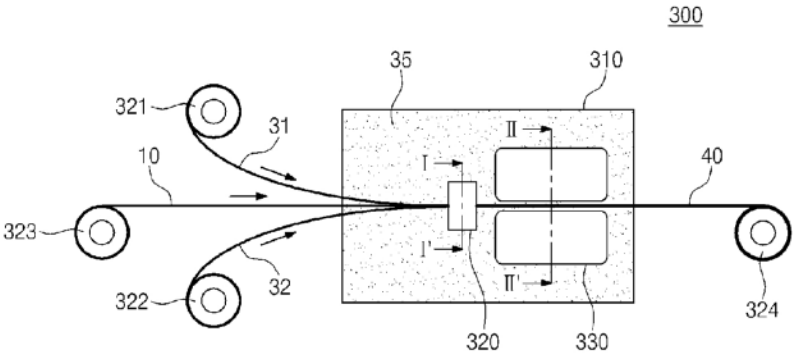
[Fig. 7]



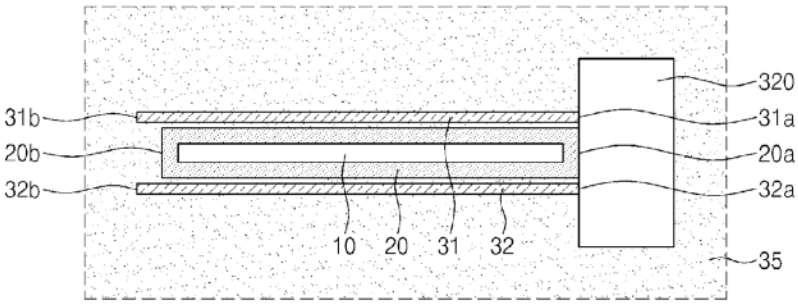
[Fig. 8]



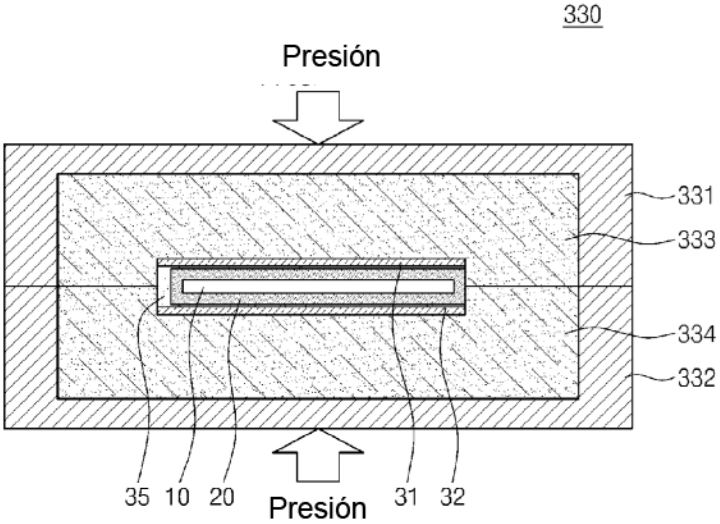
[Fig. 9]



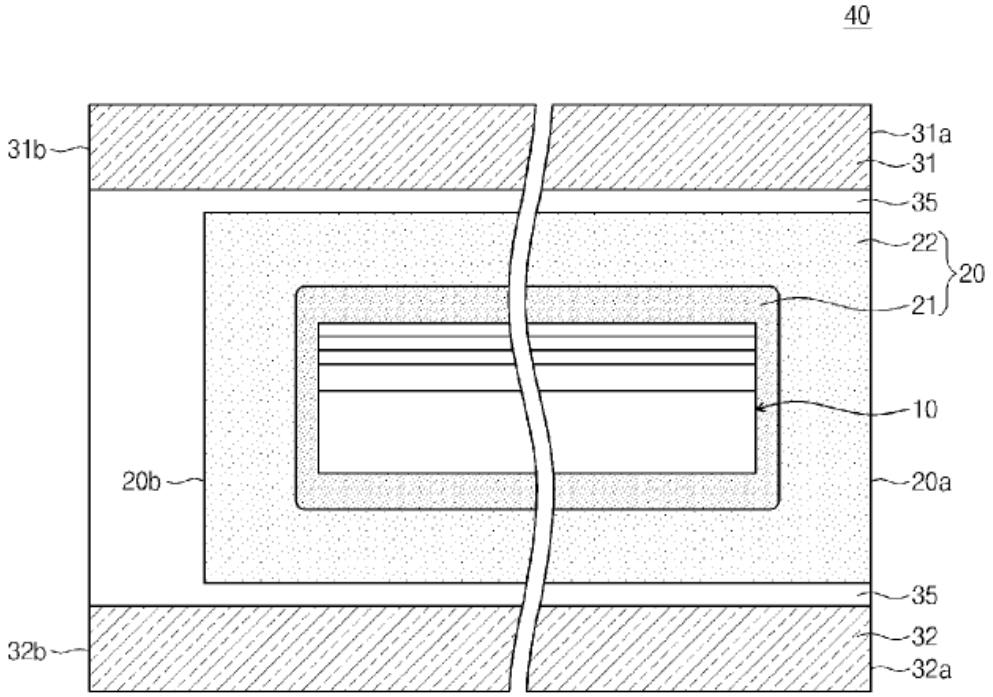
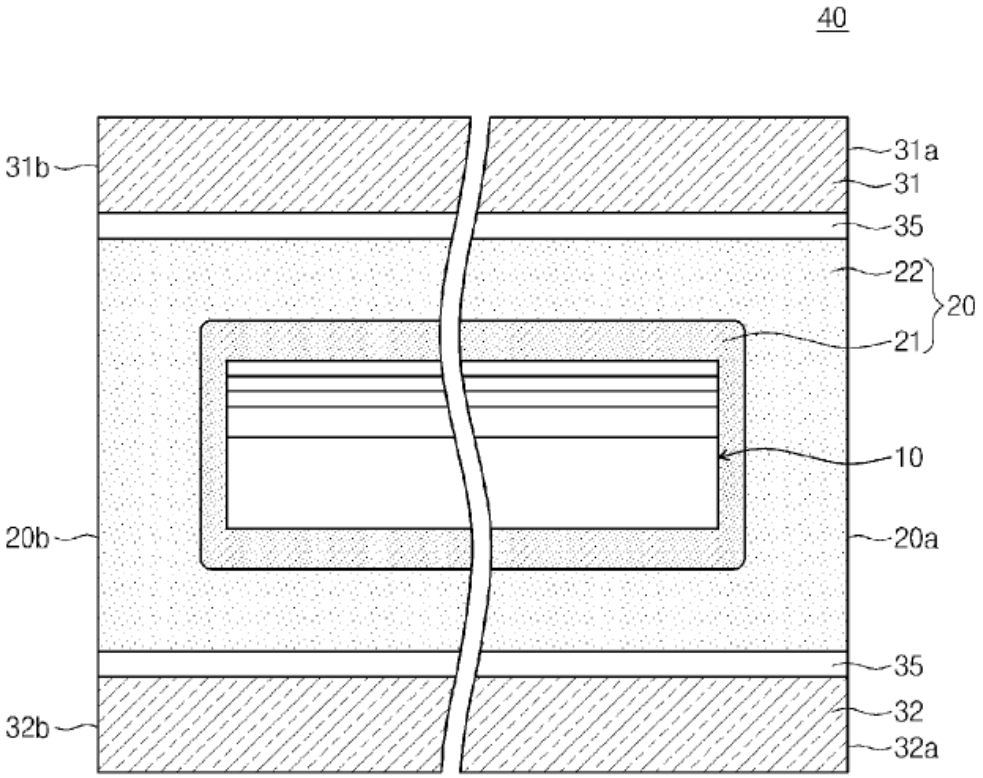
[Fig. 10a]



[Fig. 10b]



[Fig. 11a]



[Fig. 11b]