

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 389 159**

51 Int. Cl.:
H01L 39/14 (2006.01)
H01L 39/24 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **09305752 .9**
96 Fecha de presentación: **13.08.2009**
97 Número de publicación de la solicitud: **2284917**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **16.02.2011**

54 Título: **Conductor recubierto**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
23.10.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
23.10.2012

73 Titular/es:
NEXANS (100.0%)
8, rue du Général Foy
75008 Paris, FR

72 Inventor/es:
RIKEL, MARK;
EHRENBERG, JÜRGEN;
BRUZEK, CHRISTIAN-ERIC y
ALLAIS, ARNAUD

74 Agente/Representante:
DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 389 159 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

Conductor recubierto

5 La presente invención se refiere a un superconductor de alta temperatura (HTS, High Temperature Superconductor), en particular a un superconductor de alta temperatura conocido como conductor recubierto, así como a un procedimiento para la fabricación de un conductor recubierto que permite una mayor libertad en la conformación del conductor recubierto.

10 Los conductores recubiertos, a los que también se hace referencia como "superconductores de segunda generación", tienen típicamente una forma que tiene una gran longitud con caras planas, como una cinta o banda. Están compuestas por una estructura multi-capa con un sustrato, una capa de superconductor y, según las necesidades, una o más capas de búfer entre el sustrato y la capa de semiconductor, estando las capas depositadas sobre una cara plana del sustrato. La(s) capa(s) de búfer sirve(n) para compensar las diferentes propiedades de los materiales utilizados. Estructuras típicas de conductores recubiertos requieren varias capas de búfer. Finalmente, se puede depositar una capa metálica de protección sobre la capa de superconductor para completar la estructura de superconductor completa.

15 Los conductores de alta temperatura, como los conductores recubiertos, son candidatos prometedores para una pluralidad de aplicaciones para cables de transmisión de potencia, bobinas de rotores en motores y generadores, y arrollamientos para transformadores, limitadores de intensidad de falta, así como para imanes para la formación de imágenes médicas por resonancia magnética nuclear (RMN).

20 Es conocida la fabricación de cables HTS para el arrollamiento de un conductor recubierto con forma de cinta helicoidalmente alrededor de una plantilla.

25 Un importante problema en la fabricación de conductores recubiertos es la orientación o alineación de los granos cristalinos del material superconductor, que debería estar cerca de la perfección monocristalina para tener buenas propiedades de transmisión de intensidad, como una densidad de intensidad crítica (J_c) y una intensidad crítica (I_c) en el estado superconductor. También se hace referencia a la alineación como una textura, lo que significa que la orientación de los granos cristalinos no es aleatoria, sino que tiene una dirección preferente. Preferentemente, la capa de superconductor debe tener una textura biaxial con los granos cristalinos alineados tanto en el plano como fuera del plano.

30 La calidad de la textura biaxial se expresa típicamente en términos del ángulo cristalográfico de desviación grano-a-grano tanto en el plano como fuera del plano, que refleja el grado de inclinación de los granos cristalinos individuales unos contra otros. Cuanto menor sea el ángulo de desviación, mejor es la textura de la capa. El grado de la textura puede determinarse por medio de técnicas de difracción de rayos X, especificando la función de distribución de la orientación en el plano y fuera del plano de los granos de la capa. Basándose en los datos obtenidos por rayos X, se pueden obtener los valores de anchura a mitad de altura (FWHM, Full-Width-Half-Maximum) del escaneo de Φ en el plano ($\Delta\Phi$) y de la curva de balanceo ($\Delta\omega$) fuera del plano. Cuanto menor sea el valor de FWHM, mejor es la textura. Típicamente, los valores de desviación deben ser menores de 10 grados y, en particular, menores de alrededor de 5 grados.

35 Actualmente, existen dos métodos principales para conseguir la textura deseada. De acuerdo con el primer método, se deposita una capa de búfer altamente texturizada sobre un sustrato policristalino orientado aleatoriamente por medio de procesos dirigidos de recubrimiento físico como la deposición asistida por haz de iones (IBAD, Ion Beam Assisted Deposition). Las capas de búfer altamente texturizadas sirven para transferir la textura deseada a la capa de superconductor crecida sobre la capa de búfer.

40 De acuerdo con un segundo método, se utiliza un sustrato altamente texturizado que puede obtenerse mediante tratamientos mecánicos, como por ejemplo el RABiTS (Texturizado biaxial de sustratos asistido por rodillos, o Rolling assisted biaxial texturing of substrates). Aquí, la textura del sustrato se transfiere a la capa de búfer y, luego, a la capa de superconductor depositada sobre la misma. Algunos ejemplos de metales adecuados para sustrato son el cobre, níquel, plata, hierro, y sus aleaciones.

45 Aunque no se restringe a estos, actualmente se utilizan convencionalmente superconductores de tipo cuprato de tierras raras y bario de la fórmula $TRBa_2Cu_3O_{7-x}$ para la producción de conductores recubiertos, donde la x representa el contenido en oxígeno dentro del rango adecuado para el material superconductor particular. Un miembro preferido del mismo es el conocido por la referencia YBCO-123, donde la combinación numérica 123 corresponde a la relación estequiométrica entre los elementos Y, Ba y Cu.

50 Capas de búfer típicas son óxidos cerámicos e incluyen zirconato de lantano, óxido de cerio, zirconio estabilizado con itrio (YSZ, Yttrium Stabilized Zirconia), óxido de titanio estroncio, aluminatos de tierras raras y varios óxidos de tierras raras.

55 Son conocidos en la técnica métodos de deposición para las capas de búfer, así como de la capa de superconductor. Además, también son bien conocidos en la técnica y están ampliamente descritos los conductores

recubiertos con forma de cinta y los procesos para fabricar los mismos.

Debido a su naturaleza cerámica, las capas de búfer y HTS son quebradizas. Además, la calidad de la textura es muy sensible a las tensiones. Por tanto, es difícil evitar daños en las siguientes etapas del procesado, como la conformación de un conductor recubierto. Este problema relacionado con la facilidad con que se daña es grave, ya que las capas HTS típicamente tienen un grosor muy delgado, sólo de entre 0,5 a 3 µm.

Para mejorar la robustez mecánica de conductores recubiertos con forma de cinta cuando se someten a tensiones por doblado, Verebelyi et al., en Supercond. Sci. Technol. 16 (2003) 1158 a 1161, y US 2002/1444838, de Fritzemeyer et al, sugieren añadir una capa adicional de recubrimiento sobre el conductor recubierto, llevando así la capa de superconductor de alta temperatura a la región axial neutral. Con esta estructura, se obtuvieron diámetros de curvado alrededor del eje transversal de hasta 12 mm sin afectar a la intensidad crítica.

DE 197 24 618 A1 se refiere a una tubería corrugada con una corrugación helicoidal o en forma de anillo obtenida a partir de una cinta metálica con una capa de superconductor de alta temperatura depositada sobre la misma al formar la cinta con la capa de superconductor de alta temperatura en una tubería ranurada, cerrar la ranura y corrugar la tubería. En esta tubería corrugada, se han observado trastornos de la capa de superconductor de alta temperatura en las regiones de las crestas y valles de la onda debido a la compresión y estiramiento de la estructura corrugada.

Este problema se resuelve disponiendo otra cinta metálica sobre la cinta con la capa de superconductor de alta temperatura, siendo la cinta adicional significativamente más gruesa que la primera cinta, por ejemplo alrededor de 8 veces. Además, se proporciona una capa de promoción de la adhesión entre la capa de superconductor de alta temperatura y la cinta metálica adicional que proporciona suficiente movilidad a la estructura requerida para la corrugación.

En esta estructura donde la zona del eje neutral está dentro de la cinta adicional más gruesa, se puede obtener un diámetro de doblado de 12 mm sin afectar a la capa de superconductor de alta temperatura.

Recientemente, se han descrito conductores recubiertos con una sección circular, a los que también se hace referencia como "conductores recubiertos redondos", donde el sustrato forma un núcleo que es cubierto por la estructura de la capa. El núcleo puede ser hueco, como un tubo, o puede ser sólido, como una varilla. Por ejemplo, dichos "conductores recubiertos redondos" y métodos de fabricación de los mismos se describen en US 2008/0119365 A1 y EP 1 916 720 A1. Un método típico para fabricar un conductor recubierto redondo comprende los pasos de dar a un sustrato plano una forma redondeada mediante el doblado del sustrato plano alrededor de su eje longitudinal para formar un tubo ranurado, opcionalmente, dar un tratamiento de texturizado por recocido de la superficie conformada, y posteriormente depositar sobre la misma las capas de superconductor de búfer y de alta temperatura.

Sin embargo, existe el problema de que, debido a las tensiones de doblado, la textura del sustrato se daña fácilmente. Además, como se ha explicado anteriormente, el riesgo de daño es mayor en caso de un conductor recubierto con un búfer ya depositado y capas de superconductor de alta temperatura.

En la fabricación de conductores recubiertos redondos, el conductor recubierto con forma de cinta debe curvarse alrededor de su eje longitudinal según ángulos de curvado muy pequeños. Los ángulos de curvado en la fabricación de conductores recubiertos redondos son significativamente más pequeños que en la fabricación de cables HTS, donde el doblado se realiza alrededor del eje transversal, como se muestra en la figura 1. Por tanto, las fuerzas generadas y el riesgo de daños al doblar el conductor recubierto con forma de cinta alrededor de su eje longitudinal son considerablemente mayores en comparación con la fabricación de cables.

La presente invención se refiere a un conductor recubierto curvado que se puede obtener doblando alrededor de su eje longitudinal un conductor recubierto con forma de cinta prefabricado con las capas de búfer y la capa de superconductor de alta temperatura ya depositadas sobre el mismo, y a un proceso para doblar el conductor recubierto con forma de cinta prefabricado alrededor de su eje longitudinal sin afectar a la integridad mecánica y a la textura de las capas ya depositadas.

La presente invención está dirigida a un proceso para fabricar un conductor recubierto con una sección transversal esencialmente redonda, como se reivindica en la reivindicación 1. Este proceso comprende los pasos de aplicar una segunda capa de sustrato sobre la capa más externa de un conductor recubierto con forma de cinta prefabricado, para hacer que la capa HTS del conductor prefabricado pase a la región de la posición axial neutral, y doblar el conductor recubierto prefabricado cubierto por la segunda capa de sustrato alrededor de su eje longitudinal para obtener un conductor recubierto con una sección transversal esencialmente redonda, estando la capa HTS encerrada a modo de sándwich entre la capa de sustrato interna y la capa de sustrato externa.

Además, como se reivindica en la reivindicación 7, la presente invención está dirigida a un conductor recubierto con una sección esencialmente redonda que se puede obtener mediante un procedimiento de acuerdo con la reivindicación 1.

5 El término "región de la posición axial neutral" pretende hacer referencia a la región dentro de un cuerpo curvado que se obtiene doblando un cuerpo no curvado libre, o casi libre, de fuerzas generadas en el cuerpo como consecuencia del curvado. Como se ilustra en la figura 2, al doblar un cuerpo recto, se generan fuerzas dirigidas en sentidos opuestos en las caras opuestas según la dirección radial, es decir, aparecen tensiones de tracción sobre la cara radialmente exterior (aquí, la cara inferior) y tensiones de compresión en la cara radialmente interior (aquí, la cara superior).

Entre las caras radialmente exterior e interior hay una región donde el cuerpo que ahora es curvo ha mantenido su extensión original, como se indica mediante la línea de puntos x, y que sólo ha sido afectada por las tensiones de manera leve.

10 En la práctica, el "tamaño" radial de la región axial neutral o desviación de la capa HTS de la posición ideal puede definirse por medio del nivel de tensión tolerable para la aplicación requerida. En el caso particular de material HTS, las tensiones de la región axial neutral deben ser tolerables con relación a la degradación del Jc. Para conductores recubiertos técnicos disponibles en el mercado, se alcanza una degradación del Jc de hasta el 10 y el 50% con niveles de tensión de doblado de alrededor del 0,5 y 1%, respectivamente. Suponiendo que el nivel de tensiones tolerable es de 0,5%, el tamaño radial de la región axial neutral en un cable redondo de 1 mm de diámetro es de 5 μm .

La presente invención se describe con mayor detalle haciendo referencia a las figuras adjuntas. Estas figuras son únicamente de naturaleza ilustrativa y no pretenden restringir de ningún modo la presente invención.

Se muestra en la

20 **figura 1** un cable HTS conocido con un conductor recubierto con forma de cinta enrollado alrededor del mismo;

figura 2 un ejemplo ilustrativo para explicar la "posición axial neutral";

figura 3 una realización de la presente invención; y

figura 4 otra realización de la presente invención.

25 El término "conductor recubierto con una sección transversal esencialmente redonda" hace referencia a que la forma del área de la sección transversal puede desviarse de la forma ideal circular, por ejemplo puede ser ovalada o incluso poligonal.

30 En la presente invención, se puede utilizar cualquier conductor recubierto con forma de cinta prefabricado que comprenda un sustrato plano y una estructura de capa depositada sobre una cara plana del sustrato plano. La estructura de la capa puede comprender una capa HTS que está lista para su uso que está ya adecuadamente texturizada. Además, como es conocido en el campo de los conductores recubiertos, se puede depositar otra capa sobre la capa HTS, como una capa metálica de protección.

35 Para llevar la capa HTS a la posición axial neutral, se aplica una segunda capa de sustrato sobre la capa más superior del conductor recubierto prefabricado. El grosor del segundo sustrato debe estar dentro de $\pm 5 \mu\text{m}$, preferiblemente dentro de $\pm 0,5 \mu\text{m}$ del grosor del primer sustrato. Preferiblemente, el segundo sustrato está hecho del mismo material que la capa de sustrato del conductor recubierto prefabricado, a la que se hace referencia como primera capa de sustrato.

Sin embargo, no es necesario que la segunda capa de sustrato tenga la misma textura que la primera capa de sustrato, ni incluso que tenga ninguna textura.

40 La **figura 3** muestra una ilustración de una realización donde un conductor 1 recubierto prefabricado es cubierto por un segundo sustrato 2. Además, en la figura 3 se indica la posición axial neutral del conductor recubierto resultante con una sección transversal esencialmente redonda, siendo $+\tau$ y $-\tau$ las tensiones ejercidas sobre los sustratos exterior e interior, respectivamente, estando la dirección de las tensiones indicada mediante flechas.

45 De acuerdo con una realización preferida mostrada en la **figura 4**, el segundo sustrato 2 puede ser otro conductor recubierto prefabricado que se aplica sobre el primer conductor 1 recubierto prefabricado, estando las capas HTS una contra otra. En la figura 4, la posición axial neutral del conductor recubierto resultante con sección transversal esencialmente redonda se de un modo similar a la figura 3.

En caso de que el segundo sustrato sea un conductor recubierto prefabricado, preferiblemente la estructura de capas de este otro conductor recubierto es igual que la estructura de capas del primer conductor recubierto.

50 El segundo sustrato puede unirse al conductor recubierto prefabricado por medio de soldadura, unión por difusión u otro procedimiento adecuado.

La presente invención es también aplicable a un conductor recubierto con sustrato orientado aleatoriamente, donde el texturizado de las capas a depositar se obtiene a través del método de deposición empleado, como el IBAD, así

como a conductores recubiertos con sustratos texturizados donde la orientación de las capas a depositar se obtiene mediante crecimiento epitaxial.

En principio, para la presente invención se puede utilizar cualquier material superconductor de alta temperatura. Preferiblemente, el material superconductor de alta temperatura es un material superconductor de alta temperatura de óxido cerámico o MgB_2 . Preferiblemente, el material superconductor de alta temperatura de óxido cerámico se selecciona del grupo que consiste en superconductores de óxido cerámico basados en bismuto, basados en talio, basados en itrio, y basados en mercurio.

Ejemplos típicos comprenden superconductores de alta temperatura de óxidos cerámicos basados en $Bi-Ae-Cu-O_y$, $(Bi, Pb)-Ae-Cu-O_y$, $Tr-Ae-Cu-O_y$, $(Tl, Pb)-Ae-Cu-O$ o $Hg-Ae-Cu-O_y$. En cada una de las fórmulas anteriores y representa el contenido relativo de oxígeno en el rango adecuado para el material superconductor particular, Ae significa al menos un elemento alcalino, particularmente Ba, Ca y/o Sr, Tr significa al menos una tierra rara, particularmente Y o una combinación de dos o más elementos Y, La, Lu, Sc, Ce, Nd o Yb.

El material superconductor de óxido cerámico puede ser un superconductor de tipo cuprato de bario y tierra rara como $TrBaCuO_y$, donde Tr e y son según se ha definido anteriormente.

Alternativamente, se pueden utilizar precursores de los materiales superconductores. Los precursores son mezclas de óxidos que colectivamente tienen la misma composición nominal que el material superconductor y que forman un material superconductor cuando se calientan.

En particular, superconductores de alta temperatura de óxido cerámico adecuados son aquellos conocidos por la referencia BSCCO-2212, BSCCO-2223, donde las combinaciones numéricas 2212 y 2223 se refieren a las relaciones estequiométricas de los elementos Bi, Sr, Ca y Cu, preferiblemente estos, donde parte de Bi se sustituye por Pb; y aquellos conocidos por la referencia YBCO-123 y YBCO-211, donde las combinaciones numéricas 123 y 211 hacen referencia a las relaciones estequiométricas de los elementos Y, Ba y Cu.

Más preferiblemente, el material superconductor de alta temperatura de óxido cerámico es YBCO-123.

Ejemplos de metales adecuados como sustrato como cinta o núcleo son el cobre, níquel, plata, hierro y aleaciones del mismo, como aleaciones basadas en Ni con al menos un componente de la aleación seleccionado de W, Mo, Mn, etc.

Capas de búfer típicas son óxidos cerámicos e incluyen el óxido de cerio, zirconio estabilizado con itrio (YSZ), óxido de titanio estroncio, aluminatos de tierras raras, óxidos de la fórmula general $Tr_2A_2O_7$ con Tr según se ha definido anteriormente y Ha seleccionado de Zr y Hf, en particular $La_2Zr_2O_7$ (LZO) y varios óxidos de tierras raras.

La capa metálica de protección es típicamente un metal noble o una aleación de un metal noble, como por ejemplo oro, plata, platino o paladio, o aleaciones de los mismos. Son preferidas la plata o las aleaciones de plata debido a su coste comparativamente bajo.

Métodos adecuados para hacer crecer capas de búfer para conductores recubiertos incluyen, por ejemplo, métodos de vacío, como la deposición física por vapor (PVD, Physical Vapour Deposition), la deposición por láser pulsado (PLD, Pulsed Laser Deposition), la evaporación por haz de electrones y la deposición electrónica, así como procesos de deposición sin vacío, como la deposición por solución química (CSD, Chemical Solution Deposition), la deposición por vapor químico (CVD, Chemical Vapour Deposition), y la deposición por vapor químico metálico orgánico (MOCVD, Metal Organic Chemical Vapour Deposition).

Métodos adecuados para depositar la capa de superconductor incluyen una amplia variedad de procesos de deposición físicos y químicos, como la deposición por vapor químico metálico orgánico, la evaporación térmica, la deposición metálica orgánica, y otras.

Para la presente invención, no hay ninguna restricción particular con relación al método de deposición para las capas de búfer y la capa HTS. Por ejemplo, se puede utilizar cualquiera de los métodos mencionados anteriormente.

Sin embargo, son preferidas las técnicas químicas sin vacío, como la deposición por solución química, en vista de su reducido coste y su alta velocidad de deposición.

Ejemplos de procesos CSD adecuados son:

1. la descomposición orgánica metálica (MOD) utilizando compuestos de metal-carboxilato, en particular la ruta trifluoroacetato (TFA) con trifluoroacetatos metálicos como precursores,
2. la ruta sol-gel-metálica-orgánica utilizando alcóxidos como precursores en disolventes orgánicos, y
3. los procesos de quelatos, que son una modificación de la ruta metálica-orgánica.

La presente invención proporciona más libertad en la forma final de un conductor recubierto de superconductor. No

- 5 hay restricciones relativas a la forma plana de las cintas que se utilizan actualmente. De acuerdo con la presente invención, es posible obtener conductores recubiertos con superficies curvas, como por ejemplo con secciones transversales redondas, elípticas o poligonales. Por ejemplo, son ventajosas áreas de sección transversal redondas o poligonales, como por ejemplo hexagonales, para aumentar la isotropía de las propiedades eléctricas y para facilitar el diseño y fabricación para una aplicación específica.
- Para la conformación y trefilado, se pueden utilizar técnicas de conformación generalmente conocidas en el trabajo de láminas metálicas y cintas metálicas. La fabricación de conductores tubulares recubiertos es conocida de EP 1 916 720 A1.
- Ejemplos de procesos adecuados son laminación, trefilado, soldadura, etc.
- 10 En principio, para la presente invención se puede utilizar cualquier herramienta de conformación convencional conocida en la técnica para la preparación de tuberías o cables. Típicamente, se utilizan hileras de trefilado que tienen una abertura a través de la cual se hace pasar la cinta o cable, o se utilizan herramientas de conformado que comprenden medios de transferencia de presión como pares de rodillos o cilindros conformadores. Así, la cinta de conductor recubierto es gradualmente deformada hasta conseguir el conductor recubierto con sección transversal esencialmente redonda. Otra herramienta de conformación bien conocida se denomina cabeza de turco. Una cabeza de turco convencional comprende cuatro rodillos como medio de transferencia de presión que están dispuestos simétricamente uno con relación a otro según ángulos rectos.
- 15 Por ejemplo, de acuerdo con la presente invención, el conductor recubierto con forma de cinta prefabricado cubierto con el segundo sustrato puede conformarse con una forma tubular dando forma al material compuesto a lo largo de su eje longitudinal como un tubo abierto que tiene los bordes longitudinales adyacentes uno al otro a lo largo de una ranura longitudinal formada por deformación.
- 20 Así, se puede obtener un cable conductor HTS que se puede procesar como un cable convencional.
- A demanda, se puede cerrar la ranura, por ejemplo mediante soldadura.
- 25 La conformación del conductor recubierto con forma de cinta prefabricado cubierto con el segundo sustrato puede llevarse a cabo alrededor de un núcleo central de forma esencialmente tubular o de cable. El núcleo central puede estar hecho preferiblemente de metal, como por ejemplo acero, etc.
- El tubo obtenido con el núcleo central puede ser trefilado hasta que hasta que el tubo se apoye cerca del núcleo central.
- 30 Encima de la capa HTS del material semiconductor, se puede depositar una o más capas, por ejemplo, una capa metálica en paralelo, una capa metálica protectora y una capa de aislamiento.
- La capa metálica en paralelo y la capa metálica protectora pueden depositarse por galvanoplastia y pueden estar hechas de Ag, Au, Cu, etc.
- La capa de aislamiento puede estar hecha por extrusión de materiales aislantes conocidos como poliéster, polieétereacetona (PEEK), etc.
- 35

REIVINDICACIONES

- 5 1. Proceso para producir un conductor recubierto con una sección transversal esencialmente redonda, donde una capa de superconductor de alta temperatura está intercalada a modo de sándwich entre una capa de sustrato interior y una capa de sustrato exterior, comprendiendo el proceso los pasos de disponer una segunda capa (2) de sustrato sobre la capa más exterior de un conductor (1) recubierto con forma de cinta prefabricado que comprende la capa de superconductor de alta temperatura sobre un primer sustrato para llevar la capa de superconductor de alta temperatura del conductor recubierto con forma de cinta prefabricado hasta la región axial neutral y, entonces, doblar el conductor recubierto con forma de cinta prefabricado cubierto por la segunda capa (2) de sustrato alrededor de su eje longitudinal para obtener el conductor recubierto con una sección transversal esencialmente redonda.
- 10 2. Proceso de acuerdo con la reivindicación 1, donde la segunda capa (2) de sustrato está hecha a partir del mismo material que la primera capa de sustrato del conductor (1) recubierto con forma de cinta prefabricado y tiene el mismo grosor.
- 15 3. Proceso de acuerdo con las reivindicaciones 1 ó 2, donde la segunda capa (2) de sustrato es otro conductor recubierto con forma de cinta prefabricado, y donde el otro conductor recubierto con forma de cinta prefabricado se aplica sobre el primer conductor (1) recubierto con forma de cinta prefabricado de modo que las capas de superconductor de alta temperatura están enfrentadas una a la otra.
- 20 4. Proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, donde el superconductor de alta temperatura se selecciona del grupo que consiste en superconductores de óxido cerámico basados en bismuto, basados en talio, basados en itrio y basados en mercurio.
- 25 5. Proceso de acuerdo con la reivindicación 4, donde el superconductor de alta temperatura de óxido cerámico tiene la fórmula general TrBaCuO_y , donde Tr es al menos un elemento de las tierras raras seleccionado del grupo que consiste en Y, La, Lu, Sc, Ce, Nd y Yb, y donde y representa el contenido de oxígeno.
- 30 6. Proceso de acuerdo con la reivindicación 5, donde el material del superconductor de alta temperatura es $\text{Y}_1\text{Ba}_2\text{Cu}_3\text{O}_y$ o Y_2BaCuO_y .
- 35 7. Conductor recubierto con una sección transversal de forma esencialmente redonda que se puede obtener mediante un proceso de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, donde el conductor recubierto con una sección esencialmente redonda comprende una capa de superconductor de alta temperatura que está intercalada a modo de sándwich entre una capa de sustrato interior y una capa de sustrato exterior, y donde la capa de superconductor de alta temperatura está ubicada en la región de la posición axial neutral.
8. Conductor recubierto con una sección transversal esencialmente redonda de acuerdo con la reivindicación 7, que comprende al menos una capa de búfer, donde la al menos una capa de búfer está ubicada entre la capa de sustrato interior y la capa de superconductor de alta temperatura y/o la capa de sustrato exterior y la capa de superconductor de alta temperatura.

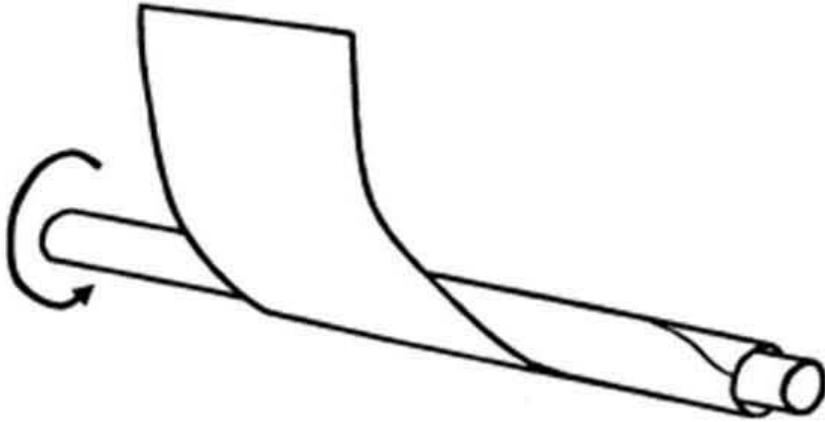


Fig. 1

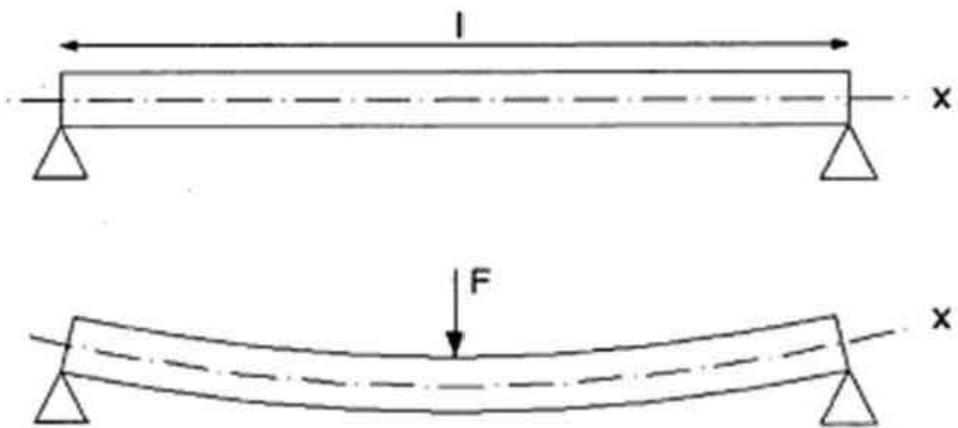


Fig. 2

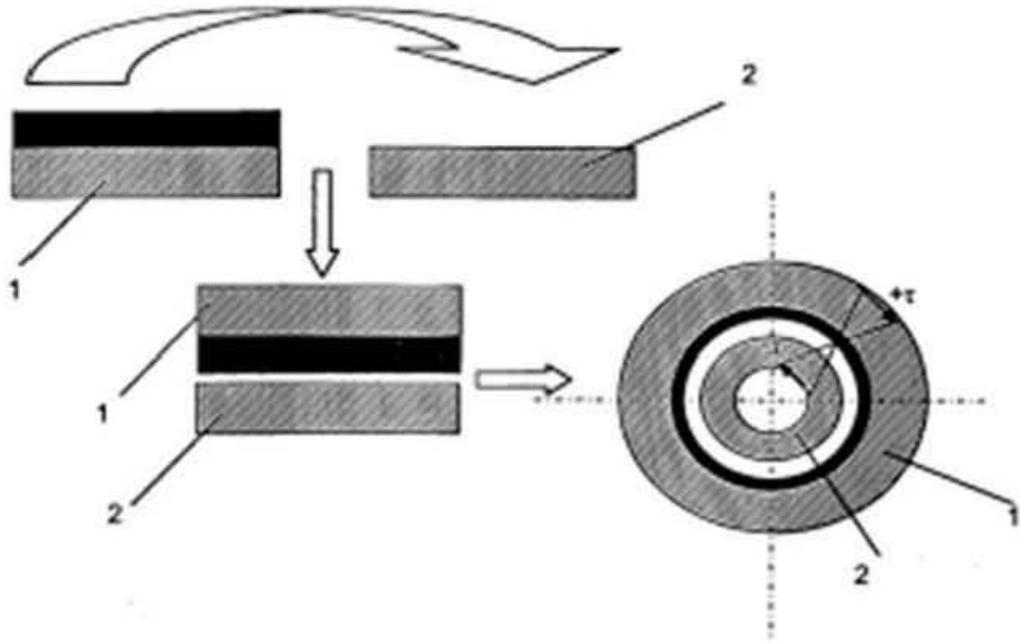


Fig 3

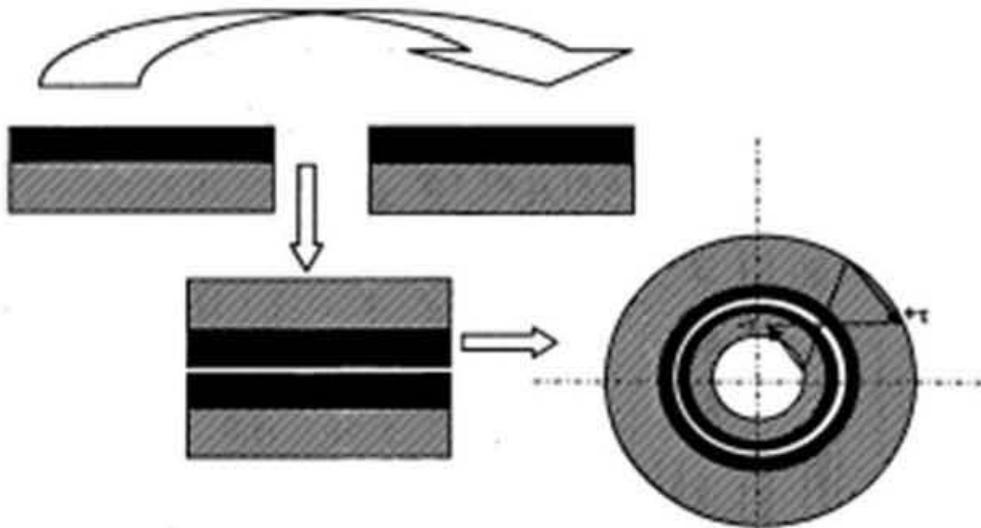


Fig 4