

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 386 469**

51 Int. Cl.:
H01L 39/16 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **07301295 .7**
- 96 Fecha de presentación: **06.08.2007**
- 97 Número de publicación de la solicitud: **1895604**
- 97 Fecha de publicación de la solicitud: **05.03.2008**

54 Título: **Superconductor de alta temperatura de enfriamiento rápido controlado**

30 Prioridad:
25.08.2006 DE 102006039807

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
21.08.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
21.08.2012

73 Titular/es:
**NEXANS
8, rue du Général Foy
75008 PARIS, FR**

72 Inventor/es:
**Walter, Heribert;
Bock, Joachim;
Dommerque, Robert y
Bemert, Sergej**

74 Agente/Representante:
de Elzaburu Márquez, Alberto

ES 2 386 469 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

Superconductor de alta temperatura de enfriamiento rápido controlado.

La presente invención se refiere a componentes superconductores de alta temperatura (hts) que son capaces de enfriarse rápidamente de una manera controlada y protegerse frente a una fusión local.

5 Los superconductores de alta temperatura se caracterizan por su propiedad de transportar corriente sin pérdidas cuando se enfrían por debajo de una temperatura específica para el respectivo material superconductor de alta temperatura, denominándose dicha temperatura la temperatura crítica. Debido a esta singular propiedad los superconductores de alta temperatura se pueden utilizar ventajosamente en una amplia gama de aplicaciones, por ejemplo, en la fabricación de transformadores superconductores de alta temperatura, bobinados, imanes, limitadores de corriente o conductores eléctricos.

10 El aumento de temperatura somete el material superconductor de alta temperatura a una transición a su estado normal de conductividad, denominándose dicha transición "enfriamiento rápido". En su estado de conductividad normal un material superconductor tiene altas propiedades óhmicas. Este efecto se utiliza en limitadores de corrientes de defecto.

15 Se puede lograr el mismo efecto si un campo magnético o corriente aplicados a un material superconductor de alta temperatura enfriado se mejoran con respecto al valor crítico (campo magnético crítico (B_c) y corriente crítica (I_c), respectivamente) en el cual el material superconductor de alta temperatura también se enfría rápidamente y alcanza la conductividad normal.

20 Estos efectos o una combinación de estos efectos se pueden utilizar, por ejemplo, para diseñar un limitador de corrientes de defecto auto-controlador basado en material superconductor de alta temperatura.

Sin embargo, experimentos con corriente de alta intensidad aplicada a materiales superconductores de alta temperatura han mostrado que, con frecuencia, surgen problemas termo-mecánicos que pueden conducir a la destrucción de los componentes superconductores de alta temperatura.

25 Los materiales superconductores de alta temperatura, normalmente de naturaleza cerámica, en la práctica no son perfectamente homogéneos sino que presentan faltas de homogeneidad en el material tales como orificios de soplado, ampollas y poros, respectivamente, fases con propiedades no superconductoras (fases secundarias) o pequeñas fisuras (micro-fisuras). La extensión geométrica de estas faltas de homogeneidad pueden ir desde el tamaño de alrededor de una micra hasta un milímetro.

30 Las zonas de estas faltas de homogeneidad difieren en relación a las propiedades superconductoras tales como la temperatura crítica, la corriente crítica y el campo magnético crítico de las zonas sin defectos.

35 En consecuencia, en caso de flujo de corriente a través de un superconductor de alta temperatura refrigerado las zonas con materiales no homogéneos pueden cambiar localmente al estado de conductividad normal. El incremento local de resistencia en estas zonas se traduce en un excesivo incremento del flujo de corriente en las áreas circundantes superconductoras del material superconductor de alta temperatura. El citado incremento local de la corriente se asocia con la generación de calor.

40 A su vez, las áreas calientes empiezan a enfriarse rápidamente debido al incremento de temperatura. Este proceso es auto-desencadenante y produce avalanchas y finalmente se traduce en la formación de fisuras en el material superconductor de alta temperatura debido al esfuerzo termo-mecánico. En la fase final puede saltar un arco eléctrico en las fisuras (alrededor de 10.000 °K), lo que conduce a la destrucción de la totalidad del área alrededor de la zona caliente (punto caliente) debido a la fusión local.

Todo el proceso es extraordinariamente breve y tiene lugar en unos sesenta milisegundos solamente.

45 Para evitar la formación de estos puntos calientes se sabe cómo proporcionar al componente superconductor de alta temperatura un by-pass eléctrico denominado derivador de corriente (shunt). Este by-pass puede ser una capa de un metal conductor eléctrico como la plata (Ag) aplicado en la superficie del componente superconductor de alta temperatura. En caso de sobreintensidad, cuando el material superconductor de alta temperatura o una parte del mismo empieza a enfriarse rápidamente y a presentar resistencia se deriva la corriente excesiva hacia el derivador de corriente y en consecuencia se evita la formación de puntos calientes.

50 Sin embargo, por ejemplo en componentes superconductores de alta temperatura voluminosos, como varillas o tubos, para proporcionar una protección eficaz de la totalidad del componente superconductor de alta temperatura frente a la formación de puntos calientes el by-pass debe cubrir toda la superficie del componente superconductor de alta temperatura y rodear todo el perímetro. De lo contrario, en zonas no cubiertas por el by-pass permanece el riesgo de formación de puntos calientes.

Por otra parte, si se cubre la totalidad del perímetro mediante un derivador de corriente se pueden inducir corrientes circulares en el material del derivador. Estas corrientes inducidas no son deseables ya que, a su vez, generan un

campo magnético y calor que pueden perjudicar el funcionamiento de los componentes superconductores de alta temperatura y de la aplicación, respectivamente, de la que forme parte el componente superconductor de alta temperatura.

5 Además de componentes superconductores de alta temperatura voluminosos se conocen componentes superconductores de película fina.

Típicamente, los superconductores de película fina son cables o cintas compuestos de un sustrato sobre el que se aplica una capa fina de material superconductor. De forma similar a las estructuras voluminosas para derivar una corriente excesiva la capa superconductora de alta temperatura se puede cubrir con un derivador de corriente.

10 La patente EP 1 383 178 se refiere a este limitador de corrientes de defecto de superconductores de película fina diseñado para enfriarse rápidamente de forma controlada sin formación de puntos calientes en caso de una situación de fallo.

15 A lo largo de la longitud de las zonas de cinta de menor anchura se incluyen las denominadas restricciones, que se separan por zonas de anchura original de la cinta. Mediante la selección adecuada de la longitud y la sección transversal de la capa superconductora en la restricción en un lado y en las zonas entre las mismas se consigue un enfriamiento rápido simultáneo de las restricciones durante el período inicial de una situación de fallo, evitando así una concentración de energía disipada en solamente una zona. Además, variando el espesor de la capa del by-pass de las restricciones y de las zonas entre las mismas se puede ajustar la resistencia para permitir a las restricciones empezar a disipar ya en el período inicial mientras las zonas entre las mismas adquieren conductividad normal solamente en tiempos más largos

20 Aquí, la capa de derivación cubre la capa superconductora de alta temperatura en toda su anchura.

25 De forma similar, la patente JP 5022855 sugiere proporcionar una pluralidad de zonas con sección transversal reducida a lo largo de la extensión de un superconductor de una manera regular. En el caso de corrientes de defecto, estas zonas de sección transversal reducida se enfrían ya simultáneamente con rapidez en el período inicial de la situación de fallo, limitando por lo tanto el exceso de corriente. Durante el curso del fallo el calor generado en dichas zonas de sección transversal reducida se expande a la zona entre las mismas y provoca un enfriamiento rápido uniforme de estas zonas. No se describe el derivador de corriente.

30 También la patente DE 100 14 197 se refiere a los limitadores de corriente de defecto de superconductores de película fina y al fomento del enfriamiento rápido uniforme. De nuevo, se distribuyen puntos débiles artificiales sobre toda la superficie de la capa superconductora. Estos puntos débiles se pueden generar por la reducción del espesor de la capa o por reducción de la densidad de la corriente crítica mediante, por ejemplo, dopaje con impurezas.

Para derivar una corriente excesiva y promover la expansión del calor generado se cubre la totalidad de la superficie de la cinta con un material de derivación.

En ninguno de estos documentos se tratan los problemas asociados con un cubrimiento de derivación de la totalidad de la superficie de un componente superconductor de alta temperatura voluminoso.

35 El objeto de la presente invención era impedir la formación incontrolada de puntos calientes y el quemado local de un componente superconductor voluminoso en áreas con falta de homogeneidad.

40 En particular, el objeto de la presente invención era proporcionar un componente superconductor de alta temperatura voluminoso adecuado para una pluralidad de aplicaciones que esté protegido contra la formación de puntos calientes sin necesidad de cubrir la totalidad de la superficie del componente superconductor de alta temperatura con una derivación.

El objeto de la presente invención se resuelve mediante un componente superconductor de alta temperatura que incluye al menos una zona de espesor de pared reducido, en el que dentro de la al menos una zona de espesor de pared reducido se incluye una derivación eléctrica.

45 Dichas zonas de espesor de pared reducido, básicamente, son depresiones dentro de la superficie del componente superconductor de alta temperatura. Las depresiones, preferiblemente, tienen forma lineal que se extiende al menos parcialmente sobre la superficie del componente superconductor de alta temperatura.

La presente invención es especialmente útil para superconductores de alta temperatura voluminosos de naturaleza cerámica. Estas cerámicas voluminosas, por ejemplo, se pueden obtener por compresión, compresión isostática por ejemplo, o por un proceso de fundición.

50 El componente voluminoso puede ser macizo con la sección transversal a través del componente superconductor de alta temperatura completamente llena de material superconductor de alta temperatura. El componente superconductor de alta temperatura también puede, sin embargo, ser hueco, es decir que una sección transversal a través del componente tiene una superficie libre encerrada por material superconductor de alta temperatura. En el alcance de la presente invención, se pueden utilizar los componentes superconductores de alta temperatura macizos

y huecos, que en una realización preferente se pueden diseñar como tubos o como varillas. Se encuentran ejemplos de componentes superconductores de alta temperatura adecuados, por ejemplo, en la patente WO 00/08657, a la que se hace referencia expresamente en la presente memoria.

5 Para la presente invención se puede utilizar cualquier óxido cerámico superconductor de alta temperatura. Preferentemente, el superconductor de alta temperatura de óxido cerámico se selecciona del grupo formado por superconductores de óxido cerámico a base de bismuto, a base de talio, a base de itrio y a base de mercurio. Ejemplos típicos comprenden superconductores de alta temperatura basados en Bi-Ae-Cu-O, (Bi, Pb)-Ae-Cu-O, (Y, Re)-Ae-Cu-O o (Tl, Pb)-Ae, Y)-Cu-O o Hg-Ae-Cu-O. En las fórmulas anteriores Ae significa al menos un elemento alcalinotérreo, especialmente Ba, Ca y/o Sr.

10 Re significa al menos un elemento de tierras raras, especialmente Y o una combinación de dos o más de los elementos Y, La, Lu, Sc, Se, Nd o Yw.

15 Especialmente, superconductores de óxido cerámico de alta temperatura adecuados son los conocidos por las referencias BSCCO-2212, BSCCO-2223, en donde las combinaciones numéricas 2212 y 2223 significan las relaciones estequiométricas de los elementos Bi, Sr, Ca y Cu, en especial aquellas en las que, parte del Bi se sustituye por Pb; y los conocidos por las referencias YBCO-123 e YBCO-211, en donde las combinaciones numéricas 123 y 211 significan las relaciones estequiométricas de los elementos Y, Ba y Cu.

A continuación la presente invención se ilustra con mayor detalle con referencia a las figuras adjuntas.

Se muestra en

- figura 1 un gráfico de superficie dentro de un diagrama de fases con los ejes T, B y J;
- 20 figuras 2 a 4 esquemáticamente el proceso de la formación de un punto caliente dentro de un superconductor de alta temperatura en forma de placa,
- figuras 5 y 6 esquemáticamente un superconductor de alta temperatura en forma de placa con un punto débil predeterminado;
- figura 7 esquemáticamente un superconductor de alta temperatura en forma de placa de acuerdo con la
- 25 presente invención;
- figura 8 esquemáticamente la distribución de la densidad de corriente en el componente superconductor de alta temperatura de acuerdo con la figura 7;
- figuras 9 y 10 esquemáticamente otras realizaciones de la presente invención; y
- figura 11 todavía otra realización de la presente invención.

30 El diagrama mostrado en la figura 1 ilustra la interdependencia de la densidad de corriente, la temperatura y el campo magnético en el estado de la superconductividad de un material superconductor. Si se supera al menos una de las variables corriente crítica I_c , temperatura crítica T_c y campo magnético B_c el material superconductor se vuelve resistivo y vuelve a su estado normal de conductividad.

35 La "superficie crítica J-B-T" representa el límite exterior fuera del cuál el material no está en su estado de superconductividad. En consecuencia, el volumen encerrado por la superficie crítica J-B-T representa la zona de superconductividad para el material superconductor.

40 En las figuras 2 a 4 se muestra esquemáticamente el proceso de la generación de un punto caliente que provoca un quemado. La figura 2 muestra un superconductor 1 de alta temperatura en forma de placa con un área de falta de homogeneidad 2 (o punto caliente), con el flujo de corriente y la distribución de corriente indicados esquemáticamente mediante líneas de corriente 3 y con la dirección del flujo de corriente indicado mediante flechas. Como puede verse en la figura 2 o, en particular en la figura 3 que es una sección transversal de la placa de acuerdo con la figura 2, en la zona 4 debajo y por encima de la falta de homogeneidad 2 la densidad de líneas de corriente 3 se incrementa provocando un incremento de calentamiento de dichas zonas 4. En las figuras las citadas zonas de incremento de calentamiento 4 se indican como áreas sombreadas por encima y debajo de la falta de homogeneidad 2. En la figura 4 el calentamiento ha avanzado y ya ha causado la formación de grietas.

45 En las figuras 5 a 8 se ilustra esquemáticamente el principio de la presente invención para evitar esos daños del material en las zonas con falta de homogeneidad.

Como se muestra en la figura 5 el componente 1 superconductor de alta temperatura en forma de placa se estrecha localmente mediante disminución del espesor de pared. Para reducir el espesor de pared se practican depresiones

en la superficie del material, que pueden ser en forma de tiras o líneas o similares.

5 La significativa reducción del espesor de pared d1 en la zona d1 provoca un incremento correspondiente de la densidad de las líneas de corriente 3 debajo de la depresión. En consecuencia, en caso de sobreintensidad el componente superconductor de alta temperatura comenzará a enfriarse rápidamente en esta zona con espesor de pared reducido. Comparado con la zona de espesor de pared reducido d1 cualquier falta de homogeneidad dentro de la zona con espesor de pared d2 ya no es eficaz para el enfriamiento rápido inicial, esto es para la formación de puntos calientes.

10 En el caso de sobreintensidad, por ejemplo debido a un cortocircuito en la red eléctrica, la zona con espesor de pared reducido se calentará, formando, por lo tanto, esa zona de espesor de pared reducido un punto débil predeterminado dentro del componente superconductor de alta temperatura.

15 Para evitar un calentamiento excesivo hasta la formación de grietas y, finalmente, la posible destrucción del material, de acuerdo con la presente invención se proporciona preferentemente una derivación (shunt) como by-pass eléctrico. Por ejemplo, se puede proporcionar una derivación de un material con suficiente resistividad dentro de las depresiones como un by-pass como se muestra en la figura 7. En la realización mostrada la derivación se ha diseñado como un alambre.

Se ilustra a continuación el modo de operar de la presente invención con referencia a las figuras 7 y 8.

20 Como se indica en la figura 7, en una comparativamente baja corriente la densidad de las líneas de corriente se incrementa bajo el material de la derivación, lo que provoca calentamiento en esta zona. En el calentamiento adicional, esto es, con disminución de la sección transversal superconductiva, la corriente conmuta hacia el material de la derivación y el material superconductor de alta temperatura se protege contra el incremento adicional de calor y, en consecuencia, contra cualquier daño (figura 8). Lo mismo es válido en el caso de flujo de corriente creciente.

En principio, la presente invención se puede aplicar a un componente superconductor voluminoso de cualquier forma y no se limita a una geometría específica.

25 Con el propósito de ilustrar se hace referencia a las figuras 9 y 10 en donde el componente superconductor es un tubo.

En la superficie exterior del tubo se proporcionan una pluralidad de depresiones 5 lineales alrededor del perímetro del tubo. Aquí, las líneas se extienden a lo largo del eje longitudinal del tubo desde un extremo del tubo hasta el extremo opuesto.

30 El material de derivación llena el interior de las depresiones 5 y, preferentemente, se fija a las mismas mediante soldadura como, por ejemplo, se refiere a continuación.

35 Para la presente invención, en principio, se puede utilizar cualquier material adecuado como derivación para derivar un exceso de corriente en componentes superconductores para la derivación eléctrica de la presente invención. Un material adecuado para la derivación eléctrica tiene una resistividad que es suficientemente alta con respecto a la del material superconductor de alta temperatura en el caso de operación normal, esto es, cuando el material superconductor de alta temperatura es superconductor, por lo que la corriente no se conmuta hacia la derivación. Por otro lado, en el caso de sobreintensidad, cuando el material superconductor de alta temperatura se vuelve resistivo la resistividad del material de la derivación debe ser suficientemente baja, de manera que la corriente se deriva hacia la derivación.

40 Ejemplos de materiales adecuados son las aleaciones de cobre-níquel, por ejemplo cobre-níquel 10, cobre-níquel 20 y cobre-níquel 30 así como aleaciones de cobre-níquel-manganeso, por ejemplo LV-7 con 20 % de níquel y 20 % de manganeso, siendo el resto cobre, así como otros metales.

La derivación puede tener cualquier forma geométrica de sección transversal. Ejemplos de ello son las cintas con sección transversal más o menos rectangular, alambres con sección transversal redonda u oval, sección transversal trapezoidal, etc.

45 Con el fin de asegurar un buen contacto de la superficie de la depresión con la superficie exterior de la derivación las condiciones geométricas deben adaptarse la una a la otra.

50 Se puede lograr un buen contacto eléctrico entre la derivación y el material superconductor de alta temperatura, por ejemplo, por medio de un método de soldadura adecuado. Para esto, en una primera etapa se realiza una superficie metalizada dentro de la zona de espesor reducido. El metalizado de la superficie se puede lograr mediante recubrimiento con un metal adecuado, por ejemplo, plata dentro de dicha zona, por ejemplo, mediante pulverización, aplicación con pincel, inmersión o similar. Con el fin de obtener baja resistencia de contacto dentro de dicha zona después del metalizado se quema el metal en el material de alta temperatura mediante un proceso térmico.

Por ejemplo, en el caso del BSCCO-2212 el quemado se puede llevar a cabo a 850°C aproximadamente. Como es evidente, las condiciones específicas para la etapa de quemado tales como la temperatura pueden variar

dependiendo del material; sin embargo, la selección de las condiciones adecuadas puede hacerse mediante una rutina normal.

5 No hay restricciones con respecto a la orientación de la derivación respecto al flujo de corriente, como se indica mediante las líneas de corriente 3, a través del material superconductor de alta temperatura. Por ejemplo, refiriéndose al tubo mostrado en las figuras 9 y 10, si la dirección del flujo de corriente es paralela al eje longitudinal del tubo la vía de paso de la derivación puede ser cualquiera, por ejemplo paralela, vertical o tener cualquier inclinación respecto a las líneas de corriente. En cuanto a la posición y la vía de paso de la derivación lo mismo es de aplicación para el caso en que el flujo de corriente sea en dirección radial a través del tubo superconductor de alta temperatura.

10 El número y la magnitud de las depresiones se puede seleccionar según las necesidades. Preferentemente, las depresiones se distribuyen sobre toda la superficie del componente superconductor de alta temperatura a una distancia que es suficiente para evitar la indeseable formación de puntos calientes dentro de una zona no cubierta por una derivación.

15 Para determinar la magnitud de la reducción de la sección transversal (es decir, la profundidad de la depresión) debe tenerse en cuenta que el área de la sección transversal reducida funciona como un punto débil predeterminado. Por consiguiente, la magnitud de la reducción de la sección transversal se selecciona para compensar las no homogeneidades presentes en el componente individual y tiene que ser determinada de forma individual para cualquier componente teniendo en cuenta la falta de homogeneidad del material.

20 Por ejemplo, en la realización mencionada en la presente memoria la sección transversal se redujo en aproximadamente de un 25 % a un 30 %.

Para determinar la distribución y el área cubierta por la derivación se debe considerar la magnitud del calentamiento del material de la derivación provocado por la corriente de conmutación. Esto es, la distribución y el área cubierta deben ser suficientes para controlar el calentamiento, en especial para evitar la fusión del material y/o la soldadura.

25 Teniendo en cuenta los criterios mencionados anteriormente la selección de una reducción suficiente de sección transversal así como de la distribución y área cubierta por la derivación puede llevarse a cabo fácilmente para cualquier componente individual.

En la figura 11 se muestra otra realización de la presente invención.

30 De acuerdo con esta realización, además de la derivación eléctrica 6 anteriormente mencionada, se puede proporcionar una nueva derivación 7 que se conecta a la derivación eléctrica 6. Esta derivación 7 adicional está hecha de un material de buena conductividad térmica (denominada "derivación térmica"). Mediante la inclusión de tal derivación 7 térmica adicional se potencia la eliminación de calor.

Ejemplos de materiales con conductividad térmica que son adecuados para una derivación térmica son el cobre, aluminio o cualquier otro material con conductividad de calor similar.

35 Como se muestra en la figura 11 un componente 1 superconductor de alta temperatura, en este caso hecho de BSCCO-2212, está provisto de una depresión 5 alrededor de todo su perímetro. La depresión 5 se llena con la derivación 6 eléctrica sobre la que se dispone una derivación 7 térmica.

Puesto que la extensión longitudinal de la derivación 6 anular es tan pequeña comparada con la longitud total del tubo 1 la influencia de posibles corrientes inducidas circulares es despreciable.

40 Se muestra además un medio 8 de refuerzo, previsto alrededor de la superficie exterior del componente 1 superconductor de alta temperatura en forma de tubo para la estabilización mecánica del componente superconductor de alta temperatura.

Estos medios de refuerzo y materiales por lo tanto son generalmente conocidos en la técnica.

Por ejemplo, como en la realización de la figura 11, el medio 8 de refuerzo puede ser un tubo de refuerzo hecho, por ejemplo, de carbono reforzado con fibra de vidrio.

45 Como se muestra en la figura 11 la superficie de la derivación 7 térmica puede tener un área superficial mayor para eliminar mejor el calor. Por ejemplo, para aumentar el área superficial se pueden proporcionar hendiduras o similares.

50 La presente invención se refiere a un componente superconductor de alta temperatura protegido contra la formación de puntos calientes no deseados mediante conmutación de líneas de flujo de corriente hacia un by-pass eléctrico en el que el grado de conmutación se controla mediante el gradiente del espesor de pared del componente superconductor de alta temperatura.

El componente superconductor de alta temperatura de la presente invención puede utilizarse adecuadamente en

una amplia gama de aplicaciones tales como en la fabricación de transformadores superconductores de alta temperatura, bobinados, imanes, limitadores de corriente o conductores eléctricos.

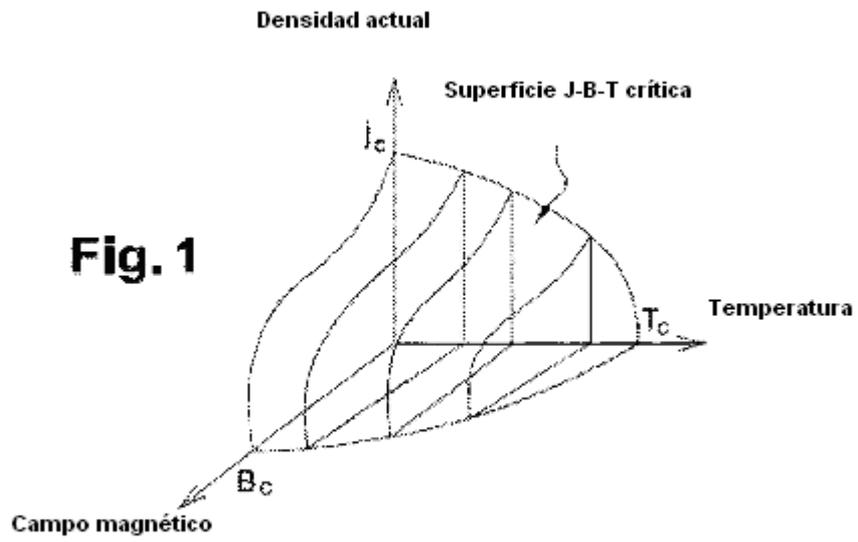
Números de referencia:

1. componente superconductor de alta temperatura
- 5 2. falta de homogeneidad
3. líneas de corriente
4. zona de calentamiento
5. depresión
6. derivación eléctrica
- 10 7. derivación térmica
8. material de refuerzo
9. medios para ampliar la superficie

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Componente superconductor de alta temperatura, en el que el componente superconductor de alta temperatura es un componente voluminoso, en el que sobre la superficie del componente (1) superconductor de alta temperatura se proporciona al menos una zona con un espesor de pared reducido para formar un punto débil predeterminado y en el que se proporciona una derivación (6) eléctrica en la zona con espesor de pared reducido.
- 2.- Componente superconductor de alta temperatura de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque la al menos una zona con espesor de pared reducido es una depresión (5) en la superficie del componente (1) superconductor de alta temperatura.
- 10 3.- Componente superconductor de alta temperatura de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, caracterizado porque una pluralidad de depresiones (5) se distribuye sobre toda la superficie del componente (1) superconductor de alta temperatura.
- 4.- Componente superconductor de alta temperatura de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la al menos una depresión (5) tiene una extensión lineal, redonda, ovalada o cubierta.
- 15 5.- Componente superconductor de alta temperatura de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la derivación (6) eléctrica se cubre con una derivación (7) térmica.
- 6.- Componente superconductor de alta temperatura de acuerdo con la reivindicación 5, en el que sobre la superficie de la derivación (7) térmica se proporcionan medios (9) para aumentar el área superficial.
- 7.- Componente superconductor de alta temperatura de acuerdo con la reivindicación 6, caracterizado porque los medios (9) para aumentar el área superficial de la derivación (7) térmica son hendiduras.
- 20 8.- Componente superconductor de alta temperatura de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el componente (1) superconductor de alta temperatura es un tubo o una varilla.
- 9.- Componente superconductor de alta temperatura de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque el componente se puede obtener por compresión o por un proceso de fundición.
- 25 10.- Componente superconductor de alta temperatura, de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes, caracterizado porque la al menos una depresión (5) se extiende a lo largo del perímetro del componente (1) superconductor de alta temperatura.
- 11.- Utilización de un componente superconductor de alta temperatura de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones precedentes en la fabricación de transformadores superconductores de alta temperatura, bobinados, imanes, limitadores de corriente o conductores eléctricos.

30



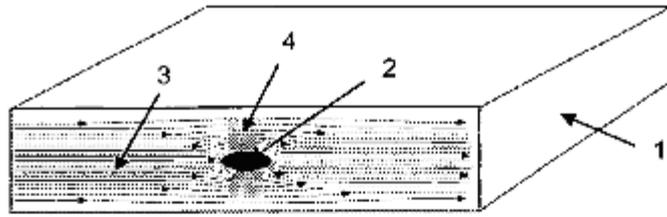


Figura 2

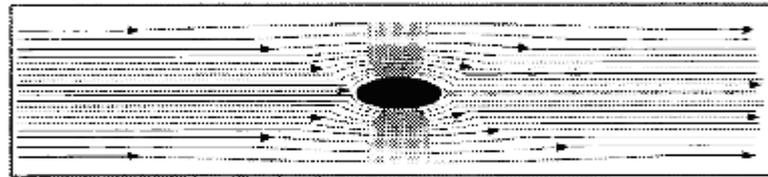


Figura 3

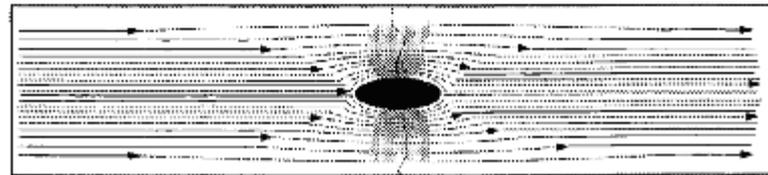


Figura 4

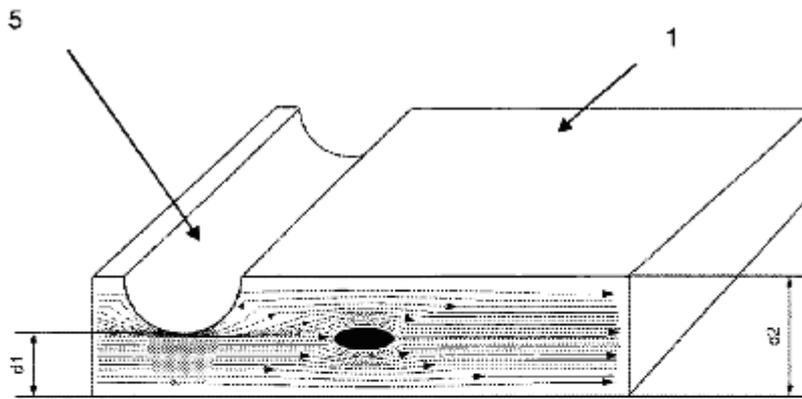


Figura 5

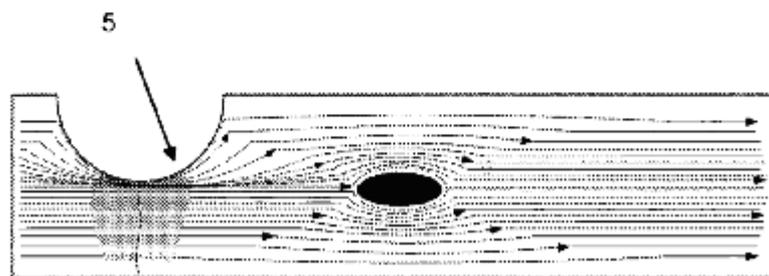


Figura 6

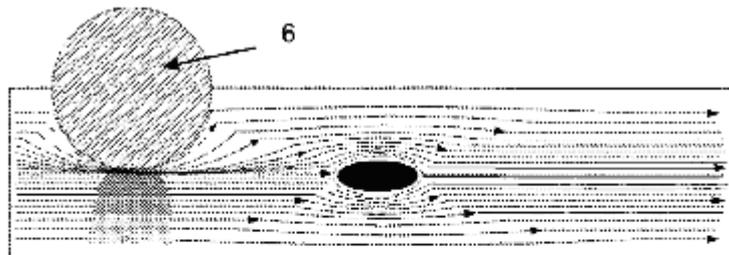


Figura 7

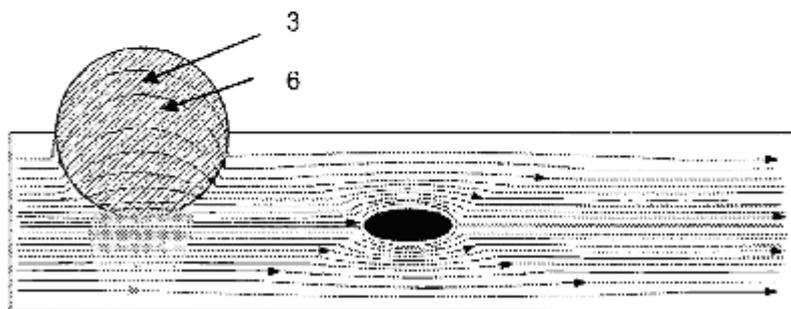


Figura 8

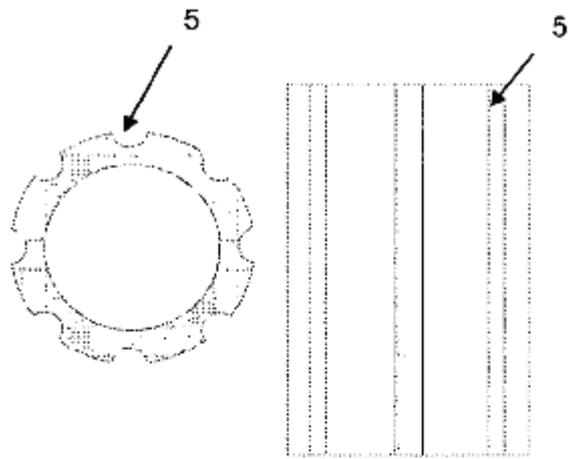


Figura 9

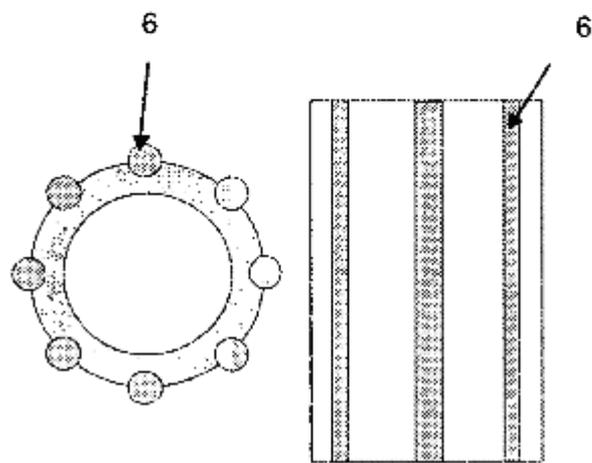


Figura 10

