



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



⑪ Número de publicación: **1 054 740**

⑫ Número de solicitud: U 200301177

⑬ Int. Cl.⁷: H01F 6/00
H02K 3/04

⑭

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

⑮ Fecha de presentación: **14.05.2003**

⑯ Fecha de publicación de la solicitud: **16.08.2003**

⑰ Solicitante/s: **UNIVERSIDAD DE VIGO**
C/ Oporto, 1
36201 Vigo, Pontevedra, ES

⑱ Inventor/es: **González Jorge, Higinio;**
Domarco Alvarez, Gerardo;
Peleteiro Salgado, José;
Carballo González, Enrique;
Romani Martínez, Luis F. y
González Salgado, Diego

⑲ Agente: **No consta**

⑳ Título: **Dispositivo para la inducción de corrientes persistentes en anillos superconductores.**

ES 1 054 740 U

DESCRIPCION

Dispositivo para la inducción de corrientes persistentes en anillos superconductores.

Objeto de la invención

La presente invención, según se expresa en el enunciado de esta memoria descriptiva, se refiere a un dispositivo para inducir una corriente persistente en un anillo superconductor por medio de una técnica de enfriamiento con campo. Este dispositivo presenta numerosas simplificaciones respecto al otro medio típicamente empleado para análoga finalidad.

Este aparato está formado de un circuito magnético (constituido por un núcleo ferromagnético y un imán permanente) y de unas barras soldadas al mismo para su manipulación. La inducción de corriente con este dispositivo se realiza enfriando el anillo superconductor, introducido en el mencionado aparato, hasta una temperatura por debajo de la crítica. Una vez allí, la extracción del núcleo provoca la inducción de corriente en el anillo.

Antecedentes de la invención

La corriente inducida en un anillo superconductor proviene de la variación del flujo magnético que atraviesa el orificio del anillo una vez éste se encuentra a una temperatura por debajo de la crítica. El superconductor, una vez se encuentra en este estado tiene la propiedad de mantener constante el flujo magnético que atraviesa su orificio. De esta forma, el superconductor ante una supresión del campo magnético externo, responde inductivamente generando una corriente propia que compense el flujo magnético interno para que éste permanezca inalterado. Esto es lo que se denomina inducción de corriente en anillos superconductores por el método de enfriamiento con campo.

Para realizar este procedimiento, el método típicamente empleado se basa en la utilización de una bobina que genera el campo magnético que actúa sobre el orificio del anillo superconductor para realizar la inducción. Cuando la corriente que se desea inducir en el superconductor es elevada, por ejemplo ~ 10000 A, el campo magnético inductor externo debe ser también elevado. Esto implica la utilización de grandes bobinas, que tienen un gran número de espiras y por las que circula una intensidad muy elevada, lo que además obliga a que dichas bobinas sean refrigeradas. Todo esto hace que el equipo experimental necesario para realizar esta operación sea de grandes dimensiones y por tanto difícil de manipular, además de costoso.

Descripción de la invención

El dispositivo de la presente invención presenta un nuevo diseño para la inducción de corrientes persistentes en anillos superconductores con suma sencillez y eficacia. Para ello, el dispositivo objeto de esta invención está basado en la utilización de un circuito magnético formado por un núcleo ferromagnético y un imán permanente. El núcleo ferromagnético debe estar formado por dos piezas, de forma que se pueda introducir y extraer del orificio del anillo superconductor. Además, consta de unas barras soldadas al núcleo ferromagnético con el objeto de mani-

pular el dispositivo cuando este se introduce en el refrigerante criogénico (típicamente nitrógeno líquido).

La utilización de este tipo de circuito magnético resulta mucho más simple que la utilización de las grandes bobinas anteriormente comentadas, ya que por medio de este procedimiento se pueden inducir también corrientes superiores a los 10000 A si se emplea un imán con un elevado campo de saturación y un núcleo de alta permeabilidad magnética (en el apdo. "Descripción de una forma de realización preferida", se profundizará más en este tema).

El procedimiento seguido para la inducción de corriente persistente en el superconductor consistirá simplemente en enfriar por debajo de su temperatura crítica el anillo superconductor con el circuito magnético atravesando su orificio central. A continuación, transcurridos unos instantes para que se establezca la temperatura, la extracción del anillo superconductor del circuito magnético provocará la inducción de la corriente persistente en el mismo.

Para complementar la descripción que seguidamente se va a realizar y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características del invento, se acompaña a la presente memoria descriptiva de un conjunto de figuras.

Breve descripción de los dibujos

Figura 1.- Muestra una vista en perspectiva del dispositivo objeto de este modelo de utilidad.

Figura 2.- Muestra una vista en perspectiva que detalla la parte del dispositivo correspondiente a la introducción del anillo en el superconductor y la parte correspondiente al imán permanente. Aunque el núcleo ferromagnético atraviesa el anillo superconductor ajustándose mucho a su orificio central, en esta figura la diferencia entre las secciones de ambos se muestra sobredimensionada para mayor claridad del dibujo.

Descripción de una forma de realización preferida

A la vista de las figuras comentadas, puede observarse como el dispositivo consta de un núcleo de hierro que tiene a su vez dos piezas (1) y (2). La primera de ellas es simplemente una barra de hierro donde se aloja el anillo superconductor (3), y la otra tiene forma de "U" asimétrica. La parte de la pieza (2) que tiene menor longitud se aprovecha para situar en la misma el imán permanente (4). El imán empleado es de neodimio - hierro boro, debido a su alto campo remanente. A las dos piezas que componen el núcleo se les sueldan dos barras de hierro (5), que sirven de agarraderas para realizar las operaciones necesarias sobre el núcleo inductor.

La inducción de corriente empleando este dispositivo se realiza por medio de varias etapas:

a) Se emplaza el anillo superconductor (3) en la pieza (1) del núcleo y una vez allí se procede a cerrar el circuito magnético por medio de la pieza (2) y el imán (4). Bajo estas condiciones, el orificio del anillo superconductor se ve atravesado por un flujo magnético:

$$\phi_1 = B_1 S_1 \quad (i)$$

donde B_1 y S_1 son el campo magnético y la sección del núcleo.

Por otra parte, un circuito magnético formado por un imán permanente y un núcleo ferromagnético de alta permeabilidad tiene la propiedad de que el campo magnético en el mismo es aproximadamente igual al campo remanente del imán. De esta forma se tiene que, para un imán de neodimio - hierro - boro éste se aproxima ~ 1 T.

b) A continuación, sujetando el dispositivo por las barras (5) se sumerge en un baño de nitrógeno líquido y transcurridos unos instantes haciendo fuerza con las barras se separa el núcleo de hierro y se libera la muestra superconductora. Una vez ocurre esto, la muestra superconductora responde a la variación de flujo magnético por medio de una corriente persistente inducida.

El flujo magnético creado por la corriente inducida en el anillo superconductor es:

$$\phi_2 = B_2 S_2 = \frac{\mu_0 I}{2\sqrt{(d/2)^2 + r^2}} S_2 \quad (\text{ii})$$

donde B_2 , S_2 , d , y r son el campo magnético, la sección, longitud y radio del anillo superconductor; μ_0 es la permeabilidad del vacío e I es la corriente inducida.

Los superconductores tienen la propiedad de que $\phi_1 = \phi_2$. Además, para un núcleo que se ajuste bien al orificio interior del anillo también se tiene que $S_1 \cong S_2$, de donde se obtiene:

$$I \cong \frac{2B_1 \sqrt{(d/2)^2 + r^2}}{\mu_0} \quad (\text{iii})$$

Por lo que para unas dimensiones típicas de un anillo superconductor: $d = 10$ mm y $r = 4$ mm, se obtiene $I \cong 11254$ A. De esta forma, se demuestra la capacidad del dispositivo mostrado para inducir una corriente elevada en una muestra superconductora.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para la inducción de corrientes persistentes en anillos superconductores, que siendo del tipo de los que inducen la corriente por medio de un procedimiento de enfriamiento con campo, presenta una configuración basada en

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

un circuito magnético que atraviesa el orificio del anillo superconductor (3). Dicho circuito está formado por un núcleo ferromagnético que consta de dos piezas (1) y (2) y de un imán permanente (4). También, se dota el dispositivo de dos barras (5) soldadas a cada una de las piezas del núcleo para su manipulación.

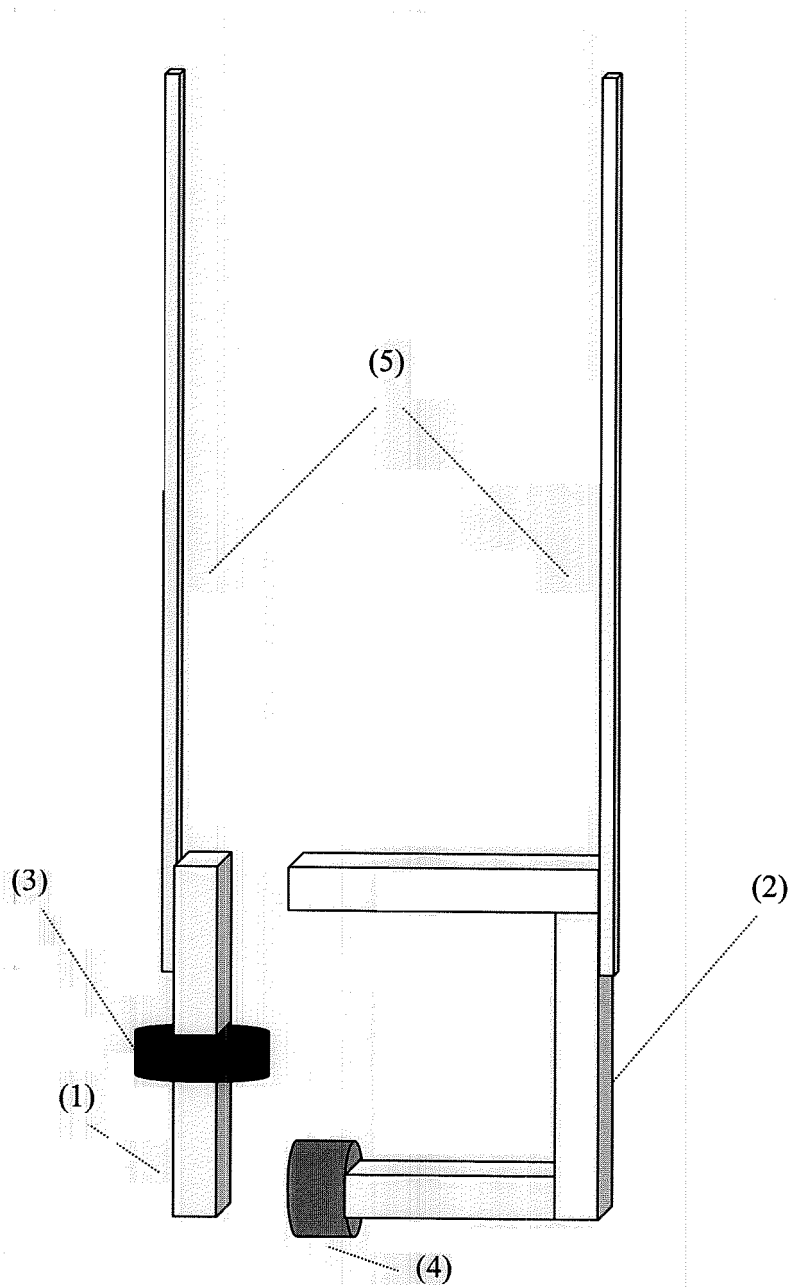


FIGURA 1

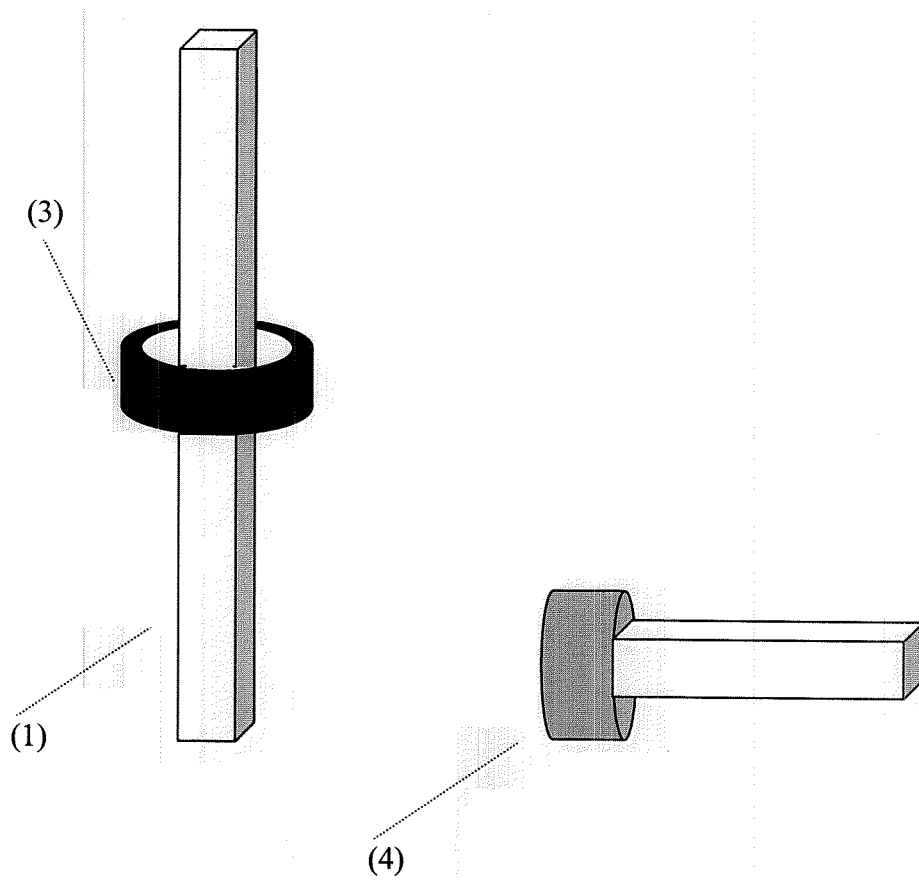


FIGURA 2