

(19) REPUBLICA DE CUBA



Oficina Cubana de la
Propiedad Industrial

(11) No de publicaci3n:

CU 22184 A1

(21) No. de solicitud : 174/91

(51) Int. Cl⁵: G01F 23/00

(12)

Certificado de Autor de Invenci3n

(22) Fecha de presentaci3n : 1991.11.01

(71) Solicitantes: Centro de estudios aplicados al desarrollo nuclear (CU)

(30) Prioridad :

(72) Inventor/es: Su1rez Sand3n, Juan C. (CU) ; Leyva Fabelo, Antonio (CU)

(45) Fecha de publicaci3n : 1994.01.31

(73) Titular: Centro de estudios aplicados al desarrollo nuclear, domiciliado en Calle 30 esq. 5ta Av. Miramar, C. Habana,.(CU)

(74) Agente: Fern1ndez Aquino, Lilia C. (CU)

(54) T3tulo: SENSOR DE NIVEL DE L3QUIDOS CRYOG3NICOS UTILIZANDO CER1MICAS DE $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$.

(57) Resumen:

Se relaciona con la rama de la f3sica y en particular con la utilizaci3n de cer1micas superconductoras del tipo Y-Ba-Cu-O y sus propiedades para sensar niveles de l3quidos cryog3nicos (helio l3quido, nitr3geno l3quido). Con este objetivo se desarroll3 un sensor que basa su funcionamiento en el efecto Meissner de los materiales superconductores. Este sensor puede ser utilizado en aquellos equipos y productos que necesitan del enfriamiento mediante l3quidos cryog3nicos y del control del nivel de los mismos.

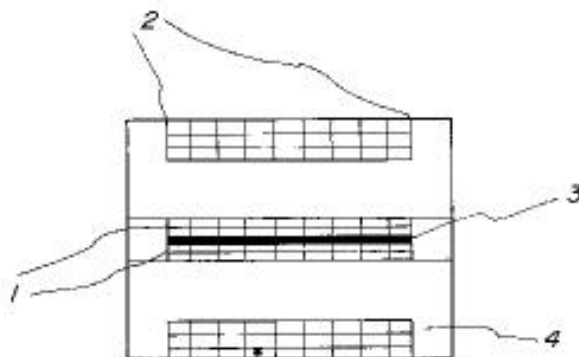


FIGURA 1

174/91

MEMORIA DESCRIPTIVA

SENSOR DE NIVEL DE LIQUIDOS CRYOGENICOS UTILIZANDO CERAMICAS DE $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$

La presente invención se relaciona con la rama de la física y en particular con la utilización de cerámicas superconductoras del tipo Y-Ba-Cu-O y de sus propiedades para sensar niveles de líquidos cryogénicos (helio líquido, nitrógeno líquido).

El control del nivel de los líquidos cryogénicos es de vital importancia si de ello depende el correcto funcionamiento de algún equipo que precise de enfriamiento y más aún si es posible que el mismo se pueda romper en el caso de calentamiento. Esto ocurre, por ejemplo, con los detectores semiconductores.

Para medir nivel de los líquidos cryogénicos como por ejemplo en el helio líquido se ha utilizado comúnmente como sensor hilo superconductor de Nb-Ti (1,2,3,4,5,6), ahora bien, en todos los casos se ha utilizado el efecto de la superconductividad de una forma o de otra, el cual plantea que una vez que la temperatura del medio sea menor que la temperatura crítica del material (T_c), la resistencia del material se hace cero. Sin embargo la T_c de estos materiales está por debajo de 20K (-253°C) lo que hace imposible, por ejemplo, la utilización de los mismos con vista a medir nivel en el nitrógeno líquido cuya temperatura 77K (-196°C) es mucho mayor que la T_c de estos materiales por lo que el efecto de la superconductividad no podría ser utilizado en este caso, además, algo muy importante, se necesita de una alta tecnología para fabricar estos materiales de Nb-Ti ya sea a nivel de laboratorio como a escala industrial.

Para medir tanto helio líquido como nitrógeno líquido también se han utilizado distintos tipos de termoresistencias (7,8,9,10,11).

Hay que decir que la utilización de estas termoresistencias tiene una deficiencia común y es que como trabajamos con líquidos a muy bajas temperaturas el proceso de calentamiento de las mismas cuando se encuentran fuera del líquido es muy lento y el cambio de la señal es monótono, en algunas patentes esto lo resuelven enrollando un calentador de potencia en dichos termistores para acelerar el proceso de calentamiento, lo que conlleva a un aumento del consumo del equipo al cual se acoplarían dichos sensores.

Existen aplicaciones como por ejemplo los detectores semiconductores, las solenoides superconductoras enfriadas de los RMN, donde es fundamental tener controlado el nivel crítico del líquido cryogénico, ya que por debajo del mismo puede averiarse una aparatara costosa, por lo que en ocasiones la utilización de sensores de marcaje continuo de nivel (1,2,3,4,6,9,11) no es recomendable, por no poderse precisar con exactitud los niveles críticos.

La invención que nosotros presentamos se basa en la utilización del material superconductor de alta temperatura crítica $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ (SCAT) y su efecto Meissner (o diamagnetismo ideal) con el objetivo de sensar niveles de líquidos cryonogénicos.

La temperatura crítica (T_c) de este material es $\approx 93 \text{ K}$ (-180°C), lo que permite utilizar el efecto Meissner que se basa en el apantallamiento magnético de este material cuando su temperatura está por debajo de la T_c para sensar nivel tanto en el nitrógeno líquido (77K) como en el helio líquido (4,2K).

El efecto Meissner, en que se basa el sensor que presentamos, es conocido también como diamagnetismo ideal, es decir, estos materiales SCAT tienen la propiedad de sacar de su interior las líneas de fuerza de un campo magnético aplicado siempre que el mismo esté por debajo del conocido campo crítico primero H_{c1} y la temperatura del medio sea menor que la T_c . Si la temperatura es mayor que la T_c entonces el efecto descrito no ocurre y el SCAT se comportará como un paramagnético común (las líneas de fuerza del campo magnético penetrarán en el material). Este proceso de pasar de un estado al otro ocurre bruscamente en cualquiera de los dos sentidos.

Las características esenciales que distinguen a esta solución técnica son:

1. Utilización del material superconductor de alta temperatura crítica $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ (SCAT) para medir nivel en nitrógeno y helio líquidos.
2. Utilización del efecto Meissner de los materiales SCAT.
3. La fabricación específica del sensor utilizando campos magnéticos aplicados por debajo de H_{c1} y a una frecuencia de 10 KHz.

Les presentamos en toda su magnitud la fabricación del sensor y sus características fundamentales.

Este sensor consiste en dos bobinas 1,2 (figura 1) enrolladas una sobre la otra pero separadas entre sí por un cilindro o carrete de material SCAT 4.

La solenoide primaria 1 se enrolla sobre un núcleo ferromagnético 3 y se sitúa dentro del material SCAT 4, mientras la segunda 2 se enrolla sobre éste último, convirtiéndose este sensor en un transformador de voltaje a temperatura ambiente.

Al primario 1 se le aplica una señal del tipo sinusoidal de 10 KHz y es registrada la caída de potencial en el secundario 2. En el estado superconductor (sumergido en el líquido) el SCAT 4 apantalla casi por completo el efecto inductivo del primario 1 y por lo tanto la caída de potencial en el secundario 2 es casi 0, no así cuando la cerámica SCAT 4 está en estado normal (fuera del líquido) donde la caída de potencial en el secundario 2 cambia bruscamente hacia un valor máximo.

La relación de vueltas entre las bobinas primarias 1 y secundaria 2 fue calculada de modo tal que el dispositivo funcione como un transformador elevador a la temperatura fuera del líquido. Esto garantiza una mayor sensibilidad, aún con el empleo de bajas

corrientes, necesarias para disminuir el ruido y eliminar la posibilidad de romper el diamagnetismo ideal producto de un campo magnético inducido mayor que H_{c1} .

Las ventajas fundamentales de este sensor radican en la posibilidad de utilizar el material SCAT $YBa_2Cu_3O_{7-\delta}$ de fácil fabricación a escala de laboratorio o industrial para sensor nivel no solo del helio líquido o de cualquier líquido cryonogénico cuya temperatura sea menor que 93 K (por ejemplo el oxígeno).

Además el efecto Meissner utilizado para la fabricación del sensor es un efecto que ocurre bruscamente tanto para temperaturas mayores como menores que T_c lo que hace posible la indicación casi instantánea y exacta del nivel de líquido sobre todo del nivel crítico para aquellos equipos en los cuales el control de este nivel sea

La concepción del sensor hace posible ponerlo en funcionamiento con una gran precisión utilizando corrientes alternas de 10 kHz con una amplitud de no más de 6 mA.

PATENTES CONSULTADAS

1. Patente No. 6133367 B Japón G01F 23/22
2. Patente No. 5816452 Japón G01F 23/22
3. Patente No. 5334742 Japón G01F 23/24
4. Patente No. 5334743 Japón G01F 23/24
5. Patente No. 4566323 USA G01F 23/24
6. Patente No. 3943767 USA G01F 23/24
7. Patente No. 3421803 RFA G01F 23/22
8. Patente No. 2428778 RFA G01F 23/24
9. Patente No. 2119101 Gran Bretaña G01F 23/24
10. Patente No. 5533528 Japón G01F 23/22
11. Patente No. 549688 URSS G01F 23/22

REIVINDICACION

1. Sensor de nivel de líquidos cryogénicos utilizando cerámicas de $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-8}$ que permite aplicarlo en helio, nitrógeno o cualquier líquido cryonogénico cuya temperatura sea menor que 93 K, caracterizado porque está compuesto por dos bobinas, una primaria 1, enrollada sobre un núcleo ferromagnético 3 y situada dentro del material superconductor de alta temperatura crítica del tipo Y-Ba-Cu-O 4, y una segunda bobina enrollada sobre este último, a la temperatura ambiente el sensor trabaja como un transformador elevador, a la bobina primaria 1 se le hace pasar una corriente pequeña sinusoidal de frecuencia 10 KHz y es registrada la caída de potencial en la bobina secundaria 2, por el cambio de temperatura y el efecto Meissner o diamagnetismo ideal de estos materiales la caída de potencia en el segundo enrollado 2 cambia bruscamente desde cero, cuando el sensor está sumergido en el líquido cryogénico, hasta un valor máximo fuera de este.

DIBUJO

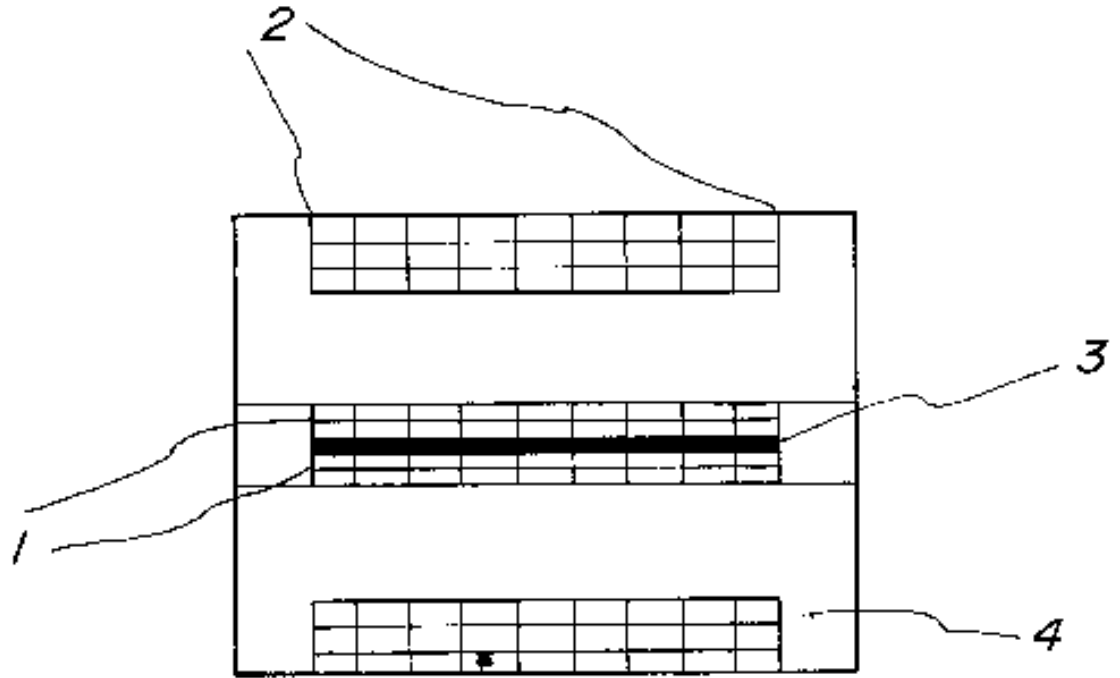


FIGURA 1