(19) OFICINA ESPAÑOLA DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

(11) Número de publicación: **2 312 319**

(51) Int. Cl.:
H01B 12/14 (2006.01)

(12) TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA T3

(96) Número de solicitud europea: **00128546 .9**
(96) Fecha de presentación : **27.12.2000**
(97) Número de publicación de la solicitud: **1220239**
(97) Fecha de publicación de la solicitud: **03.07.2002**

(54) Título: **Cable superconductor.**

(73) Titular/es: **Prysmian S.p.A.**
Viale Sarca, 222
20126 Milano, IT

(72) Inventor/es: **Spreafico, Sergio**

(74) Agente: **Ponti Sales, Adelaida**

(45) Fecha de publicación de la mención BOPI:
01.03.2009

(45) Fecha de la publicación del folleto de la patente:
01.03.2009

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).

Venta de fascículos: Oficina Española de Patentes y Marcas. Pº de la Castellana, 75 – 28071 Madrid

DESCRIPCIÓN

Cable superconductor.

De forma general, la presente invención se refiere a un cable superconductor provisto de un conductor superconductor y un criostato.

Más particularmente, la invención se refiere a un cable superconductor que comprende un conductor superconductor y un criostato en el que se proporciona una capa protectora entre el conductor superconductor y el criostato.

El término "cable superconductor" abarca un cable que hay que usar para transmitir corriente en condiciones de la llamada superconductividad, es decir, en condiciones de resistencia casi nula. Ver, por ejemplo, Engelhardt J. S. y otros, *Application Consideración for HTSC Power Transmission Cable, 5th Annual Conference on superconductivity abd application*, Buffalo, N.Y., Sept. 24-26, 1991.

El término "conductor superconductor" indica en la siguiente descripción y reivindicaciones cualquier elemento capaz de transmitir corriente eléctrica en condiciones superconductoras, tal como, por ejemplo, una capa de material superconductor soportada por un núcleo tubular, o cintas de material superconductor parcial o totalmente envueltas por un metal noble, que están enrolladas sobre un núcleo de soporte en una o más capas.

El término "material superconductor" indica un material, por ejemplo cerámicas especiales basadas en mezclas de óxidos de cobre, bario e ytrio (llamado normalmente YBCO), de bismuto, de plomo, estroncio, calcio, cobre (llamado normalmente BSCCO), o de talio o mercurio y bario, calcio cobre, que comprende una fase superconductora que tiene una resistividad sustancialmente nula a una determinada temperatura, definida como temperatura crítica o Tc. Por ejemplo, para los materiales antes mencionados la Tc va de unos 60 K (-213ºC) a unos 170 K (-103ºC).

Normalmente, el material superconductor, en particular el material BSCCO, se produce y emplea en forma de cintas de elemento mono o multi-superconductor en el que el material está envuelto por un metal, en general plata con, opcionalmente, aluminio o magnesio añadido.

La temperatura operativa de un cable superconductor es menor que la Tc del material superconductor presente en el mismo.

El término "temperatura operativa" indica en lo que sigue la temperatura a la que el cable superconductor transmite corriente eléctrica en condiciones superconductoras. Específicamente, esta temperatura es menor que la Tc.

Los cables superconductores están provistos de al menos un canal para la circulación del fluido criogénico. El fluido criogénico suele ser helio líquido, nitrógeno líquido, hidrógeno líquido, argón líquido o una mezcla de estos, operando a una temperatura y a una presión especificas para la aplicación.

Para mantener el material superconductor a la temperatura operativa se proporciona un criostato externamente al conductor superconductor. Este criostato comprende en general un aislamiento térmico encerrado entre dos tubos. El aislamiento térmico para cables superconductores consiste en varios materiales tales como, por ejemplo, cintas de resina de poliéster, fibras de politetrafluoroetileno, Mylar™ metalizado. En *IEEE TRANSACTIONS ON POWER DELIVERY*, vol. 7, No. 4, Octubre de 1992, páginas 1745-1753 hay un repaso general al criostato utilizado en este campo.

Los tubos interior y exterior están posicionados coaxialmente, respectivamente, sobre las superficies interior y exterior del aislamiento térmico. Definen la cámara en la que está colocado el aislamiento en vacío. En general, estos tubos son tubos de metal hechos de fibra de vidrio o acero inoxidable, siendo este último preferentemente de tipo corrugado para conferir flexibilidad a la estructura del criostato.

El criostato puede estar, mediante el tubo interno, en contacto directo con el conductor superconductor o libremente posicionado alrededor de este.

El solicitante ha descubierto que cuando el conductor superconductor está o entra en contacto - durante la construcción, transporte o -instalación- del cable con el tubo interno del criostato, el material superconductor de la capa externa, y también posiblemente el de la(s) capa(s) interna(s), puede resultar dañado. Pueden darse los mismos problemas durante el funcionamiento del cable. De hecho, durante la operación del cable ocurre una contracción térmica de los elementos refrigerados lo cual los lleva en contacto mutuo, en especial en tramos curvilíneos del recorrido del cable. Este fenómeno es especialmente evidente cuando está sujeto por sus extremos con pinzas de sujeción.

La configuración con pinzas de sujeción se refiere a una configuración de cable en la que los extremos opuestos del cable están fijados mecánicamente a unas terminales de sujeción respectivas de modo que no hay prácticamente deslizamiento relativo entre el material superconductor, los soportes y las propias terminales en dirección axial.

La Patente americana Nº 3 781 455 describe un conductor de baja temperatura y un criostato posicionado externamente al conductor, incluyendo dicho criostato un aislamiento térmico encerrado entre un tubo coaxial interior y

un tubo coaxial exterior. El conductor de baja temperatura está encerrado en un conducto atravesado por un fluido criogénico de baja temperatura, luego el conductor de baja temperatura es sumergido en el canal por el que fluye el fluido. El fluido de baja temperatura se introduce en puntos intermedios a lo largo de la longitud del canal a través de pasos definidos entre dos superficies de los extremos del tubo de modo que definen una funda que se proporciona entre el conductor y el tubo interno del criostato. La presencia de dicho paso en la funda permite la alimentación de fluido, sin interrumpir el conducto externo o sin exponer el conductor a condiciones ambientales.

Se ha constatado que al proporcionar un elemento de protección entre el conductor superconductor y el tubo interno del criostato, se impide el daño al primero por parte del último, a la vez que se mantiene la efectividad del sistema de aislamiento térmico.

Por lo tanto, la presente invención se refiere a un cable superconductor que comprende al menos un conductor superconductor y un criostato posicionado externamente al conductor superconductor, estando dicho conductor enrollado sobre un soporte, definiendo la superficie interior de dicho soporte un canal por el cual fluye un fluido criogénico, e incluyendo dicho criostato un aislamiento térmico encerrado entre un tubo coaxial interior y un tubo coaxial exterior, en el que se proporciona un elemento de protección entre el conductor superconductor y el tubo interno del criostato.

El elemento de protección que se proporciona entre el conductor superconductor y el tubo interno tiene un espesor sustancialmente constante, para distribuir uniformemente la presión externa sobre toda su superficie.

Preferentemente, la superficie interna del elemento de protección, es decir la superficie en contacto con el material superconductor, es lisa.

Preferentemente, la superficie externa del elemento de protección, es decir la que está en contacto con el tubo interno del criostato, es firme y flexible.

Preferentemente, el elemento de protección está hecho de dos capas, siendo la interior lisa y siendo la exterior firme y flexible.

El espesor de dicho elemento de protección es, preferentemente, igual o mayor que unos 0,2 mm. Más preferentemente, está comprendido entre unos 0,2 mm y unos 3 mm, y aún más preferentemente entre 0,4 mm y 1 mm.

El elemento de protección puede incluir una o más capas de al menos una cinta, alambre, hoja o una combinación de estos. La al menos una cinta o alambre está enrollada helicoidalmente sobre el conductor superconductor, y la al menos una hoja envuelve al conductor superconductor.

Con la finalidad de obtener un espesor tan constante como posible, la al menos una cinta u hoja está preferentemente posicionada con arrollamientos o bordes yuxtapuestos sobre el conductor superconductor.

El elemento de protección comprende al menos un material seleccionado de entre materiales poliméricos, por ejemplo politetrafluoroetileno (PTFE o Teflon®) o nylon; metales, por ejemplo cobre o acero inoxidable; papel de carbón y papel de embalaje kraft, y combinaciones de estos. Preferentemente, el elemento de protección de la invención está hecho de un material polimérico.

Preferentemente, el cable superconductor de la invención tiene los extremos sujetos con pinzas de sujeción.

El fluido criogénico útil para el cable de la presente invención puede ser cualquier fluido que tenga, en condiciones operativas, una temperatura de transición de estado líquido a gaseoso mayor que la Tc del material superconductor, es decir helio líquido, nitrógeno líquido, hidrógeno líquido y/o argón líquido. Preferentemente, el cable de la invención es refrigerado con nitrógeno líquido a una temperatura típicamente de unos 65 a unos 90 K.

El material superconductor del cable de la presente invención puede ser, por ejemplo, un óxido de lantano y/o bario y/o estroncio, cobre (LaSCO) o de bismuto, plomo, estroncio, calcio, cobre (BSCCO), o de ytrio (y/u otras tierras raras tales como el Nd, Sm, Eu, Gd), bario, cobre (YBCO), o de talio, bario (y/o estroncio), calcio, cobre, o de mercurio, bario (y/ o estroncio), calcio, cobre, o de plomo, estroncio, ytrio, cobre.

El material superconductor de la invención puede hacerse con cualquiera de los procedimientos conocidos de la técnica, por ejemplo, mediante el procedimiento de polvo de óxido en tubo (OPIT) para el BSCCO, o por el descrito en US 5 741 377 (a nombre de la Corporación Martin Marietta) para YBCO.

Las cintas también pueden ser un elemento mono- o multi-superconductor, tal como se describe en la solicitud EP 747 975 (del mismo solicitante).

Según otro aspecto, la presente invención se refiere a un procedimiento para proteger un cable superconductor que comprende al menos un conductor superconductor y un criostato posicionado externamente al conductor superconductor, estando dicho conductor enrollado sobre un soporte, definiendo la superficie interior de dicho soporte un canal por el cual fluye un fluido criogénico, incluyendo dicho criostato un aislamiento térmico encerrado entre un tubo coaxial interior y un tubo coaxial exterior, de los daños mecánicos al material superconductor del conductor superconductor

debido al contacto con el tubo interno del criostato, que comprende la fase de proporcionar un elemento de protección entre el conductor superconductor y el tubo interno.

Según otro aspecto, la invención se refiere a una red de transmisión/distribución que comprende al menos un cable superconductor que comprende al menos un conductor superconductor y un criostato posicionado externamente al conductor superconductor, estando dicho conductor enrollado sobre un soporte, definiendo la superficie interior de dicho soporte un canal por el cual fluye un fluido criogénico, incluyendo dicho criostato un aislamiento térmico encerrado entre un tubo coaxial interior y un tubo coaxial exterior, en el que se proporciona un elemento de protección entre el conductor superconductor y el tubo interno del criostato.

Otras características y ventajas de la presente invención se volverán más aparentes a partir de los siguientes dibujos referentes a algunas realizaciones preferidas, que son ilustraciones no limitativas de la invención.

En los dibujos:

- La figura 1 muestra una sección transversal de un cable dieléctrico caliente (a partir de ahora WD) superconductor según la invención;

- La figura 2 es una representación esquemática de una sección longitudinal del conductor superconductor, elemento de protección y del tubo interno del cable según la invención;

- La figura 3 es una vista en planta del test de refrigeración de las pinzas de sujeción efectuado sobre el cable de la presente invención.

En detalle, la figura 1 muestra una realización específica de un cable superconductor WD (100) según la presente invención. El conductor superconductor (3) comprende una pluralidad de cintas superconductoras enrolladas sobre un soporte (2). La superficie interior del soporte (2) define el canal (1) por el cual fluye el fluido criogénico.

Para reducir tanto como sea posible daños internos mecánicos accidentales, las cintas superconductoras están preferentemente enrolladas sobre el soporte (2) con ángulos de arrollamiento comprendidos entre 10º y 60º, siendo estos ángulos constantes o variables para cada capa.

El conductor superconductor (3) puede estar en contacto directo con el soporte (2), o se pueden interponer capa(s) de papel de carbón entre el conductor superconductor (3) y el soporte (2) para minimizar los esfuerzos mecánicos entre las cintas.

El conductor superconductor (3) está térmicamente aislado mediante un criostato coaxial que comprende un tubo de metal interior (5), un tubo de metal exterior (7), y un aislamiento térmico (6) interpuesto entre dichos tubos interior y exterior.

Los tubos de metal (5) y (7) están preferentemente hechos de chapa de 0,5-mm espesor de acero inoxidable, más preferentemente corrugado.

El aislamiento térmico (6) consiste, por ejemplo, en cintas de resina de poliéster de superficie metalizada, conocido como “superaislamiento térmico”, libremente enrollado, con posible interposición de separadores (6a) para separar los tubos de metal (5) y (7).

Preferentemente, estos separadores (6a) están cada uno colocados a 120º con respecto a la sección transversal del cable. Además, están preferentemente hechos de politetrafluoroetileno.

En el momento de poner en operación el cable, se crea un vacío en el aislamiento térmico de, típicamente, 10-6 bar mediante un aparato de vacío.

El criostato está separado del conductor superconductor (3) por una capa protectora (4). En esta realización, esta capa (4) está hecha de papel de carbón de 4 capas con un espesor de 0,1 mm cada una (0,4 mm de espesor total).

Un primer blindaje electrostático (8), un aislamiento eléctrico (9) y un segundo blindaje electrostático (10) están dispuestos coaxialmente externamente al criostato. Dichos blindajes (8) y (10) y el aislamiento (9) pueden ser laminados o extruidos.

En el caso de blindajes electrostáticos laminados, pueden consistir en cintas impregnadas de aceite aislante de varios materiales tales como, por ejemplo, papel de carbón liso o crepé y carbón metalizado.

En caso de aislamiento eléctrico laminado, puede consistir en una pluralidad de capas que comprenden, por ejemplo, cintas de papel y/o laminados que combinan capas de papel con capas de plástico (por ejemplo capas de polipropileno).

Como alternativa, los blindajes electrostáticos (8) y (10) y la capa de aislante eléctrico (9) pueden obtenerse por extrusión y opcionalmente por caucho de etileno-propileno cruzado (EPR) o polietileno (XLPE).

Además, el cable superconductor (100) comprende un blindaje metálico externo (no ilustrado) hecho, por ejemplo, de cintas de cobre y en contacto con el segundo blindaje electrostático (10). Este blindaje metálico externo está conectado a tierra de modo que su potencial eléctrico y el del blindaje (10) son nulos.

Se pueden disponer externamente otras capa(s) protectora(s) (no ilustradas) para minimizar cualquier tipo de esfuerzo del cable (100) en el momento de la instalación.

La figura 2 muestra una sección longitudinal esquemática del conductor superconductor (3), la capa protectora (4) y el tubo interno (5) del cable según la invención, siendo este tubo interno (5) corrugado.

La invención se ilustrará a continuación con ejemplos no limitativos.

Ejemplo 1

Se preparó un cable superconductor WD (100) con las siguientes características:

Soporte:	diámetro interno	22 mm
	diámetro externo	28,7 mm

Material superconductor: cintas de BSCCO-2223 de 5 mm de ancho y 0,3 mm de espesor

Conductor superconductor: 2 capas enrolladas helicoidalmente en sentidos opuestos de diámetro externo de 30 mm.

Se posicionó coaxialmente con el conductor superconductor un criostato que incluye dos tubos corrugados separados por un aislamiento supertérmico (cintas de resina de poliéster de superficie-metalizada) con las siguientes características:

Diámetro interno	32 mm (medido en la cima de las crestas)
Material	316 acero inoxidable
Espesor	0.5 mm
Anchura de corrugado	10 mm
Profundidad de corrugado	4 mm

Se realizaron varios test de doblado (10x), en condiciones secas (es decir sin fluido criogénico) a temperatura ambiente sobre un diámetro de 1,8 m sobre 5 cables de muestra de 10 m de largo con la siguiente configuración de conductor superconductor/tubo interno respectivamente:

a) conductor superconductor en contacto directo con el tubo interno;

b) conductor superconductor protegido por 2 capas de papel de carbón de 0,10 mm de espesor;

c) conductor superconductor protegido, secuencialmente desde el interior hasta el exterior, por 1 capa de 0,10 mm de espesor de Teflon® (PTFE) y 1 capa cinta de cobre de 0,20 mm de espesor;

d) conductor superconductor protegido, secuencialmente desde el interior hasta el exterior, por 1 capa de papel de carbón de 0,10 mm de espesor y 48 alambres de cobre recubierto de teflón con un diámetro de 0,5 mm cada uno, y enrollados helicoidalmente.

El test de doblado simuló las etapas de producción e instalación del cable.

Al final del test se quitaron 3 metros de los cantos de cada muestra, y se realizó la medida de la corriente crítica en el tramo central de cada muestra. Las mediciones de Ic e Ic_0 se llevaron a cabo en el mismo punto de la muestra mediante la técnica de sonda de transporte eléctrico 4 determinando el voltaje a 1 PV/cm Ec.

Midiendo la corriente crítica de la cinta es posible evaluar una posible degradación de las propiedades de transporte de corriente de la cinta superconductora.

Los resultados se presentan en la siguiente tabla 1, en la que Ic_0 es el valor de la corriente crítica antes de realizar el test, Ic es el valor de la corriente crítica medida siguiendo el test. La relación Ic/Ic_0 es la corriente retenida después del test.

TABLA 1

Conductor superconductor/ Elemento protector del criostato	Ic/Ic_0 para la capa superconductora interna	Ic/Ic_0 para la capa superconductora externa
a) ninguno	100%	80%
b) 2 capas de papel de carbón	100%	100%
c) 1 capa de PTFE + 1 capa de cintas de cobre	100%	100%
d) 1 capa de papel de carbón + 48 0,5 mm de espesor alambres de cobre recubierto de teflón	100%	100%

Se observa una degradación de la capacidad de transporte para la capa superconductora externa de la configuración a). Esto es atribuible a la presión ejercida por el contacto entre el material superconductor y las crestas del tubo interno corrugado del criostato.

La deposición de una capa protectora entre el conductor superconductor y el tubo interno corrugado evita daños irreversibles al material superconductor.

Ejemplo 2

Se sometió a test un cable superconductor WD (100) con las características del ejemplo 1 tal como se indica a continuación.

Se llevaron a cabo test de refrigeración en la configuración de pinzas de sujeción (ver la figura 3) en muestras de 20 m de largo en forma de U con un diámetro de doblado de 1,8 m.

Se sometieron a test las mismas configuraciones de conductor superconductor/tubo interno a)-d) que en el ejemplo 1.

Durante el enfriamiento, el conductor superconductor debería haberse contraído axialmente, pero debido a las pinzas de sujeción se genera una presión lateral por el conductor superconductor contra las crestas del tubo interno.

Al final del test (es decir cuando la estructura total del cable alcanza la temperatura de 77 K se compara la refrigeración y la muestra vuelve a temperatura ambiente) se cortó y se retiró la posición central de cada muestra (de unos 2 m), es decir la que estaba doblada sobre el diámetro de 1,8 m y se llevaron a cabo medidas de la corriente crítica y acto seguido se compararon los valores obtenidos antes y después del test, tal como ya se ha explicado en el ejemplo 1. Los resultados se muestran en la tabla 2.

TABLA 2

Conductor superconductor/ Elemento protector del criostato	Ic/Ic_0 para la capa superconductora interna	Ic/Ic_0 para la capa superconductora externa
a) ninguno	95%	70%
b) 2 capas de papel de carbón	100%	100%
c) 1 capa de PTFE + 1 capa de Cintas de cobre	100%	100%
d) 1 capa de papel de carbón + 48 0,5 mm de espesor alambres de cobre recubierto de teflón	100%	100%

Los resultados de este test muestran que la aplicación de un elemento de protección entre el conductor superconductor y el tubo interno corrugado del criostato, según la invención, evita daños irreversibles al material superconductor cuando el espesor de la capa protectora tiene un cierto valor.

Referencias citadas en la descripción

Esta lista de referencias citadas por el solicitante está prevista únicamente para ayudar al lector y no forma parte del documento de patente europea. Aunque se ha puesto el máximo cuidado en su realización, no se pueden excluir errores u omisiones y la OEP declina cualquier responsabilidad en este respecto.

Documentos de patente citados en la descripción

- US 3781455 A [0015]
- US 5741377 A [0029]
- EP 747975 A [0030].

Documentos que no son patentes citados en la descripción

- **ENGELHARDT** J. S. *et al*. Application Consideration for HTSC Power Transmission Cable. 5th Annual Conference on Superconductivity and Application, 24 Septiembre 1991 [0003].
- *IEEE TRANSACTIONS ON POWER DELIVERY*, Octubre 1992, vol. 7 (4), 1745-1753 [0010].

REIVINDICACIONES

1. Cable superconductor (100) que comprende al menos un conductor superconductor (3) y un criostato (5, 6, 7) posicionado externamente al conductor superconductor, estando dicho conductor enrollado sobre un soporte, (2) definiendo la superficie interior de dicho soporte un canal (1) por el cual fluye un fluido criogénico, e incluyendo dicho criostato un aislamiento térmico (6) encerrado entre un tubo coaxial interior (5) y un tubo coaxial exterior (7), en el que se proporciona un elemento de protección (4) entre el conductor superconductor y el tubo interno del criostato.

2. Cable superconductor según la reivindicación 1 en el que el elemento de protección que se proporciona entre el conductor superconductor y el tubo interno tiene un espesor sustancialmente constante.

3. Cable superconductor según la reivindicación 1 en el que el elemento de protección tiene una superficie interna lisa.

4. Cable superconductor según la reivindicación 1 en el que el elemento de protección tiene una superficie externa firme y flexible.

5. Cable superconductor según la reivindicación 1 en el que el elemento de protección comprende una o más capas.

6. Cable superconductor según la reivindicación 5 en el que el elemento de protección está hecho de dos capas, siendo la interior lisa y siendo la exterior firme y flexible.

7. Cable superconductor según la reivindicación 1 en el que el espesor del elemento de protección es mayor o igual que unos 0,2 mm.

8. Cable superconductor según la reivindicación 7 en el que el espesor del elemento de protección está comprendido entre unos 0,2 mm y unos 3 mm.

9. Cable superconductor según la reivindicación 8 en el que el espesor del elemento de protección está comprendido entre 0,4 mm y 1 mm.

10. Cable superconductor según la reivindicación 1 en el que el elemento de protección comprende un material seleccionado de entre materiales poliméricos, metales, papel de carbón, papel de embalaje kraft, y combinaciones de estos.

11. Cable superconductor según la reivindicación 10 en el que el elemento de protección está hecho de un material polimérico.

12. Cable superconductor según la reivindicación 11 en el que el elemento de protección está hecho de un politetrafluoroetileno.

13. Cable superconductor según la reivindicación 10 en el que el elemento de protección está hecho de un cobre.

14. Cable superconductor según la reivindicación 5 en el que la(s) capa(s) del elemento de protección comprende (n) al menos una cinta, un alambre, una hoja o una combinación de estos.

15. Cable superconductor según la reivindicación 14 en el que al menos una cinta, u hoja está posicionada con arrollamientos o bordes yuxtapuestos sobre el conductor superconductor.

16. Cable superconductor según la reivindicación 1 cuyos extremos están sujetos por pinzas de sujeción.

17. Cable superconductor según la reivindicación 1 refrigerado con nitrógeno líquido a una temperatura típicamente de entre unos 65 y unos 90 K.

18. Cable superconductor según la reivindicación 1 en el que el material superconductor es un óxido de bismuto, plomo, estroncio, calcio, cobre.

19. Procedimiento para proteger un cable superconductor (100) que comprende al menos un conductor superconductor (3) y un criostato (5, 6, 7) posicionado externamente al conductor superconductor, estando dicho conductor enrollado sobre un soporte (3), definiendo la superficie interior de dicho soporte un canal (1) por el cual fluye un fluido criogénico, e incluyendo dicho criostato un aislamiento térmico (6) encerrado entre tubo coaxial un interior (5) y un tubo coaxial exterior (7), de los daños mecánicos al material superconductor del conductor superconductor debido al contacto con el tubo interno del criostato, que comprende la etapa de proporcionar un elemento de protección (4) entre el tubo superconductor.

20. Red de transmisión/distribución de corriente que comprende al menos un cable superconductor (100) provisto de al menos un conductor superconductor (3) y un criostato (5, 6, 7) posicionado externamente al conductor superconductor, estando dicho conductor enrollado sobre un soporte (2), definiendo la superficie interior de dicho soporte un canal (1) por el cual fluye un fluido criogénico, e incluyendo dicho criostato un aislamiento térmico (6) encerrado entre un tubo coaxial interior (5) y un tubo coaxial exterior, en el que se proporciona un elemento de protección (4) entre el conductor superconductor y el tubo interno del criostato.

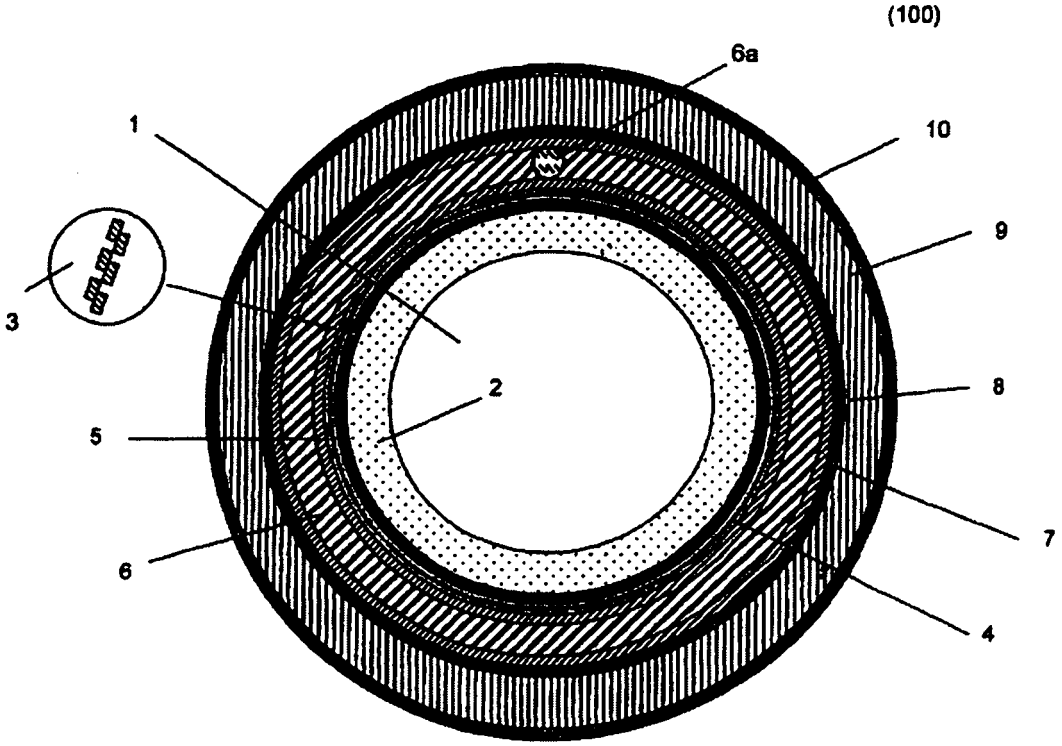

Figura 1

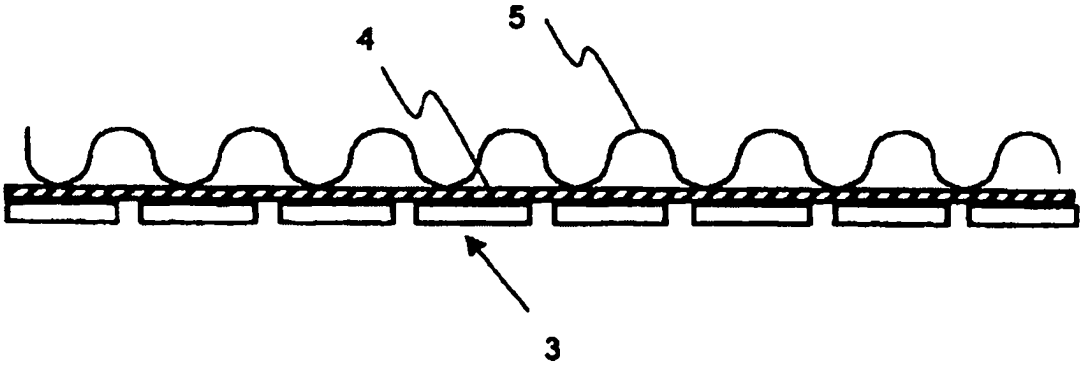

Figura 2

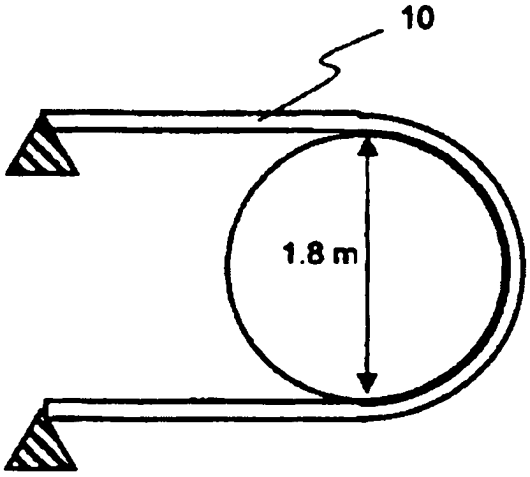

Figura 3