

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 728 794**

51 Int. Cl.:

A61B 5/04 (2006.01)

A61B 5/05 (2006.01)

G01N 27/72 (2006.01)

G01R 33/035 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.02.2007 PCT/JP2007/000103**

87 Fecha y número de publicación internacional: **07.09.2007 WO07099697**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.02.2007 E 07713485 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2019 EP 1987769**

54 Título: **Dispositivo de medición de magnetismo superconductor**

30 Prioridad:

23.02.2006 JP 2006046176
28.02.2006 JP 2006051768

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
28.10.2019

73 Titular/es:

**UNIVERSITY CORPORATION, KANAZAWA
INSTITUTE OF TECHNOLOGY (50.0%)
7-1 Oogigaoka, Nonoichi-machi, Ishikawa-gun
Ishikawa 921-8501, JP y
NATIONAL UNIVERSITY CORPORATION, TOKYO
MEDICAL AND DENTAL UNIVERSITY (50.0%)**

72 Inventor/es:

**ADACHI, YOSHIAKI;
KAWABATA, SHIGENORI y
TOMIZAWA, SHOJI**

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 728 794 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

Dispositivo de medición de magnetismo superconductor

5 **Campo de la invención**

La presente invención se refiere a un aparato de medición de magnetismo superconductor, y más particularmente a un aparato de medición de magnetismo superconductor que es capaz de medir un débil grado de magnetismo generado en la parte cervical o de la cintura de un sujeto a medir.

10

Antecedentes de la invención

Se ha conocido un aparato de medición de magnetismo superconductor que tiene un conjunto de sensores magnéticos superconductores, en el que las filas de los sensores magnéticos superconductores que se extienden a lo largo de la dirección Y se dislocan entre sí a lo largo de la dirección X, montados en la superficie interna de un lado en el extremo distal de un cilindro sensor (por ejemplo, véase la citación de patente 1, o el artículo "A SQUID biomagnetometer system for measurement of a human cervical spinal cord evoked field" de Y. Adachi et al., Superconductor Science and Technology, 2005, vol. 18, p. S303-S307).

15

20

El aparato de medición de magnetismo superconductor convencional opera para mantener un lado en el extremo distal del cilindro sensor en contacto directo con un sujeto vivo a medir y para medir el biomagnetismo en el sujeto vivo con los sensores magnéticos instalados en el cilindro sensor mientras el cilindro sensor se mueve repetidamente en relación con el sujeto vivo.

25

Citación de patente 1: publicación de patente japonesa abierta a inspección pública n.º 2005-337862.

Divulgación de la invención

(Problemas que la Invención debe resolver)

30

Como el lado en el extremo distal del cilindro sensor en el aparato de medición de magnetismo superconductor convencional está dispuesto de una forma más plana, debe entrar en contacto directo con la parte cervical de un sujeto a examinar, mientras que el cuello del sujeto permanece ligeramente doblado hacia delante de modo que su parte cervical se extienda recta para medir un débil magnetismo generado en la parte cervical. Para medir un débil magnetismo generado en la cintura del sujeto, es igualmente necesario mantener el lado en el extremo distal del cilindro sensor en contacto directo con la cintura del sujeto, mientras que la cintura permanece ligeramente inclinada hacia delante para que se extienda recta.

35

40

Sin embargo, cuando el sujeto a examinar tiene edad suficiente para que la flexibilidad de su columna vertebral disminuya (el intervalo de movilidad) y apenas puede doblarse hacia delante, pero permanece curvado de forma natural en la parte cervical o de la cintura, el lado en el extremo distal del cilindro sensor puede no entrar en contacto directo con la parte cervical o de la cintura del sujeto, lo que permite la medición del biomagnetismo con mucha dificultad. Además, cuando el cuello o la cintura se doblan a la fuerza, la actividad de sus músculos crea un campo magnético no deseado que será una fuente de ruidos que perturbará la medición del biomagnetismo.

45

De manera similar, un aparato de medición de biomagnetismo convencional tiene un cilindro sensor hecho de un material plástico y dispuesto liso en su lado en el extremo distal.

50

Sin embargo, cuando el lado liso en el extremo distal del cilindro sensor entra en contacto directo con, por ejemplo, la piel del sujeto a examinar, se adhiere a la piel dependiendo de la humedad de la piel y su movimiento directamente sobre la piel puede volverse difícil.

55

Por lo tanto, un objetivo de la presente invención es proporcionar un aparato de medición de magnetismo superconductor dispuesto capaz de medir favorablemente un débil grado de magnetismo generado en la parte cervical o de la cintura de un sujeto a examinar mientras el cuello del sujeto no está doblado hacia delante, y una cubierta del cilindro sensor y una lámina para el aparato de medición del biomagnetismo que permitan que el cilindro sensor se mueva suavemente al tiempo que evitan que el lado en el extremo distal del cilindro sensor quede pegado a la piel de un sujeto a examinar.

60

(Medios para resolver los problemas)

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un aparato de medición de magnetismo superconductor de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 4. Las realizaciones preferidas se definen en las reivindicaciones dependientes.

65

En el aparato de medición de magnetismo superconductor, el lado en el extremo distal del cilindro sensor está

- 5 dispuesto de una forma arqueada y, por lo tanto, puede entrar en contacto directo con la parte cervical de un sujeto a examinar en un grado suficiente para medir el biomagnetismo incluso cuando el cuello del sujeto no está doblado hacia delante sino que permanece curvado de forma natural. Igualmente, el lado en el extremo distal del cilindro sensor puede entrar en contacto directo con la cintura de un sujeto a examinar en un grado suficiente para medir el biomagnetismo incluso cuando la cintura del sujeto no está doblada hacia delante sino que permanece curvada de forma natural. Más específicamente, puede medirse sin dificultad un débil grado de magnetismo generado en la médula espinal o en los nervios de un sujeto a examinar, incluso cuando el cuello o la cintura del sujeto no están doblados hacia delante, sino que se mantienen de forma natural.
- 10 De acuerdo con el aparato de medición de magnetismo superconductor definido en la reivindicación 1, los sensores magnéticos superconductores en el conjunto de sensores están alineados en la dirección Y y en la dirección Y, mientras que el lado en el extremo distal está moderadamente curvado para proyectarse hacia fuera en el centro desde los extremos superior e inferior a lo largo de la dirección Y, pero no está curvado a lo largo de la dirección X.
- 15 En el aparato de medición de magnetismo superconductor como se define en la reivindicación 1, el lado en el extremo distal del cilindro sensor puede entrar en contacto directo con la parte cervical o de la cintura de un sujeto a examinar a lo largo de la dirección Y, incluso cuando el cuello o la cintura del sujeto no están doblados hacia delante, sino que permanecen curvados de forma natural. Como su lado en el extremo distal no está curvado a lo largo de la dirección X, el cilindro sensor puede moverse a lo largo de la dirección X sin que la parte cervical o de la cintura del sujeto lo interrumpen.
- 20 Preferentemente, el cilindro sensor está dispuesto de una forma cilíndrica de cuatro lados que tiene una anchura a lo largo de la dirección Y no inferior a 5 cm y no superior a 20 cm y una anchura a lo largo de la dirección X no inferior a 5 cm y no superior a 20 cm y su lado en el extremo distal está moderadamente curvado para proyectarse hacia fuera en el centro, no menos de 0,5 cm y no más de 4 cm desde los extremos superior e inferior a lo largo de la dirección Y.
- 25 Más preferentemente, el cilindro sensor tiene sustancialmente 145 mm en la anchura a lo largo de la dirección Y y su lado en el extremo distal está moderadamente curvado para proyectarse hacia fuera en el centro, no menos de 0,5 cm y no más de 3 cm desde los extremos superior e inferior a lo largo de la dirección Y.
- 30 De acuerdo con el aparato de medición de magnetismo superconductor definido en la reivindicación 4, los sensores magnéticos superconductores en el conjunto de sensores están alineados tanto en la dirección Y como en la dirección X, mientras que el lado en el extremo distal está moderadamente curvado para proyectarse hacia fuera en el centro desde los extremos superior e inferior a lo largo de la dirección Y, y para rebajarse en el centro desde los extremos superior e inferior a lo largo de la dirección X.
- 35 En el aparato de medición de magnetismo superconductor definido en la reivindicación 4, el lado en el extremo distal del cilindro sensor puede entrar en contacto directo con la parte cervical o de la cintura de un sujeto a examinar a lo largo de la dirección Y, incluso cuando el cuello o la cintura del sujeto no están doblados hacia delante, sino que permanecen curvados de forma natural. De manera similar, el lado en el extremo distal del cilindro sensor puede entrar en contacto directo con la parte cervical o de la cintura del sujeto a lo largo de la dirección X.
- 40 Preferentemente, el aparato de medición de magnetismo superconductor definido en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 puede modificarse en que el lado en el extremo distal del cilindro sensor está provisto visiblemente de marcadores hechos de un material no magnético que apenas permite el paso de los rayos X.
- 45 En esta realización, la ubicación de los marcadores en relación con los sensores magnéticos superconductores puede identificarse a partir de imágenes de rayos X del lado en el extremo distal del cilindro sensor tomadas a lo largo de la dirección X mediante una acción fotográfica de rayos X y usarse para posicionar el lado en el extremo distal del cilindro sensor directamente en el cuello o la cintura del sujeto, por lo que los sensores magnéticos superconductores pueden colocarse correctamente en relación con el cuello o la cintura del sujeto. Se usa material no magnético para fabricar los marcadores porque apenas perturba la medición de un grado débil de magnetismo.
- 50 Preferentemente, el aparato de medición de magnetismo superconductor definido en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 puede comprender además un medio de fotografía de rayos X para producir fotos de rayos X de un espacio a lo largo de la dirección X que incluye el lado en el extremo distal del cilindro sensor.
- 55 En esta realización, la columna vertebral del sujeto puede registrarse junto con el lado en el extremo distal del cilindro sensor en una imagen de rayos X tomada por la acción fotográfica de rayos X con el lado en el extremo distal del cilindro sensor que permanece en contacto directo con el cuello o la cintura del sujeto, por lo que puede identificarse la relación de posición entre la columna vertebral del sujeto y los sensores magnéticos superconductores alineados a lo largo de la dirección Y. En consecuencia, a partir de la comparación entre las señales liberadas por los sensores magnéticos superconductores, se juzga dónde existe un defecto en la médula espinal y en los nervios del sujeto. Por ejemplo, cuando la señal liberada por el sensor magnético superconductor asignado cerca de la cuarta vértebra cervical es baja, se juzga que la cuarta vértebra cervical en un nivel más alto tiene un defecto.
- 60
- 65

De acuerdo con una realización preferida, el aparato de medición de magnetismo superconductor definido en cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 puede comprender además un medio de movimiento hacia la izquierda/hacia la derecha para mover el cilindro sensor a lo largo de la dirección X, un medio de giro para girar el cilindro sensor alrededor del eje que se extiende a lo largo de la dirección X, un medio de movimiento hacia delante/hacia atrás para mover el cilindro sensor a lo largo de la dirección z, y un medio de movimiento hacia arriba/hacia abajo para mover el cilindro sensor a lo largo de la dirección Y.

En esta realización, el cilindro sensor puede moverse favorablemente en tres dimensiones y ajustarse en el ángulo de elevación.

Ventaja de la invención

El aparato de medición de magnetismo superconductor de acuerdo con la presente invención puede medir favorablemente un débil grado de magnetismo generado en la médula espinal o en los nervios de un sujeto a examinar.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una vista frontal de un aparato de medición de magnetismo superconductor de acuerdo con la presente invención;

la figura 2 es una vista lateral derecha del aparato de medición de magnetismo superconductor de la figura 1;

la figura 3 es una vista en sección transversal de un cilindro sensor en el aparato de medición de magnetismo superconductor de la figura 1;

la figura 4 es una vista en perspectiva que muestra un ejemplo de un sensor magnético superconductor;

la figura 5 es una vista esquemática que muestra un conjunto de sensores magnéticos superconductores en el aparato de medición de magnetismo superconductor de la figura 1;

la figura 6 es una vista esquemática que muestra una distribución de puntos de medición en el aparato de medición de magnetismo superconductor de la figura 1;

la figura 7 es una vista esquemática que muestra una imagen de rayos X producida en el aparato de medición de magnetismo superconductor de la figura 1;

la figura 8 es una vista en sección transversal del cilindro sensor de un aparato de medición de magnetismo superconductor que no forma parte de la presente invención;

la figura 9 es una vista en perspectiva despiezada de una cubierta de cilindro de sensor para un aparato de medición de biomagnetismo;

la figura 10 es una vista en perspectiva que muestra la cubierta del cilindro sensor para un aparato de medición de biomagnetismo;

la figura 11 es una vista lateral derecha del aparato de medición de biomagnetismo equipado con la cubierta del cilindro sensor;

la figura 12 es una vista en sección transversal del cilindro sensor protegido con la cubierta de cilindro sensor para un aparato de medición de biomagnetismo;

la figura 13 es una vista en sección transversal de un cilindro sensor protegido con una cubierta de cilindro sensor para un aparato de medición de biomagnetismo que no forma parte de la presente invención;

la figura 14 es una vista lateral derecha de un aparato de medición de biomagnetismo equipado con una cubierta de cilindro sensor para un aparato de medición de biomagnetismo;

la figura 15 es una vista en perspectiva de una lámina;

la figura 16 es una vista frontal de un aparato de medición de biomagnetismo;

la figura 17 es una vista frontal de un aparato de medición de biomagnetismo;

la figura 18 es una vista lateral derecha de un aparato de medición de biomagnetismo;

la figura 19 es una vista explicativa que muestra (la primera mitad de) una acción de dirigir el cilindro sensor del

aparato de medición de biomagnetismo a un sujeto a examinar;

la figura 20 es una vista explicativa que muestra (la segunda mitad de) la acción de dirigir el cilindro sensor del aparato de medición de biomagnetismo al sujeto a examinar;

a figura 21 es una vista explicativa que muestra una acción de dirigir el cilindro sensor de un aparato de medición de biomagnetismo;

la figura 22 es una vista lateral derecha de un aparato de medición de biomagnetismo; y

la figura 23 es una vista explicativa de un cilindro sensor.

(Descripción de los numerales)

4a: tuerca, 5a: árbol, 10: cilindro sensor, 10c: un lado en el extremo distal, 11: sensor magnético superconductor, 100: aparato de medición de magnetismo superconductor.

Mejores modos para realizar la invención

La presente invención se describirá con más detalle en referencia a algunas realizaciones mostradas en los dibujos relevantes. Se entiende que la presente invención no está limitada a las realizaciones. La invención se define en las reivindicaciones.

(Realización 1)

La figura 1 es una vista frontal de un aparato de medición de magnetismo superconductor 100. El aparato de medición de magnetismo superconductor 100 comprende una plataforma 1 en cuyo lado superior están montados unos raíles 2, un carro 4 con patas deslizantes 3 provistas para deslizarse sobre los raíles 2, una manilla deslizante 5 dispuesta para que un operario la opere para mover de manera deslizante el carro 4 hacia la izquierda y hacia la derecha, cojinetes 6 montados en los extremos superiores del carro 4, un cerramiento Dewar 7 soportado de manera pivotante por un árbol de giro 8 entre los cojinetes 6 y dispuesto en el que se almacena un refrigerante como el helio líquido, un cilindro sensor 10 montado de manera proyectada en el cerramiento Dewar 7, un manilla giratoria 9 dispuesta para que el operario la opere para inclinar el cilindro sensor 10, y un conjunto de sensores magnéticos superconductores 11 montados a lo largo de las direcciones X e Y en la superficie interna de un lado en el extremo distal del cilindro sensor 10.

Se supone que la dirección X se extiende de izquierda a derecha, la dirección Y se extiende de arriba a abajo y la dirección Z se extiende de delante hacia atrás en un espacio tridimensional. Cuando el cilindro sensor 10 se extiende horizontalmente, su dirección Y es igual a la dirección X.

Además, los marcadores 14, 14', que están hechos de un material no magnético que apenas permite el paso de rayos X, se montan en los lados izquierdo y derecho en el extremo distal del cilindro sensor 10. Más particularmente, los marcadores 14, 14' se implementan, por ejemplo, mediante tornillos de titanio o de latón. Los marcadores 14 en el lado izquierdo están dispuestos en una forma de cuatro lados, mientras que los marcadores 14' en el lado derecho están dispuestos en una forma redonda.

El aparato de medición de magnetismo superconductor 100 incluye una fuente de rayos X 15 y una película fotográfica de rayos X 16 para producir fotos de rayos X a lo largo de la dirección X del espacio que incluye el extremo distal del cilindro sensor 10.

La figura 2 es una vista lateral derecha del aparato de medición de magnetismo superconductor 100.

El cilindro sensor 10 está dispuesto de una forma de cuatro lados que es superior a 5 cm e inferior a 20 cm en la anchura a lo largo de la dirección Y y superior a 5 cm e inferior a 20 cm en la anchura a lo largo de la dirección X. Un lado en el extremo distal 10c del cilindro sensor 10 está curvado a lo largo de la dirección Y para proyectarse hacia fuera en el centro sustancialmente de 0,5 a 4 cm más que los extremos superior e inferior, pero no permanece curvado a lo largo de la dirección X. Preferentemente, la anchura a lo largo de la dirección Y del cilindro sensor 10 es sustancialmente de 145 mm, mientras que el centro del lado en el extremo distal 10c se proyecta más de 0,5 cm y menos de 3 cm a lo largo de la dirección Y desde los extremos superior e inferior hasta formar una superficie curva suave sin curva a lo largo de la dirección X.

La figura 3 es una vista en sección transversal que muestra el interior del lado en el extremo distal 10c del cilindro sensor 10.

El cilindro sensor 10 comprende una carcasa interior 10a y una carcasa exterior 10b. Los sensores magnéticos superconductores 11 están dispuestos en el lado interno de la carcasa interior 10a.

La figura 4 es una vista en perspectiva del sensor magnético superconductor 11.

El sensor magnético superconductor 11 incorpora una combinación de un bloque cilíndrico de un material de vidrio epoxi que tiene un diámetro d (por ejemplo, 20 mm) y está equipado con los SQUID 11a, 11b, 11c y un bloque de bobina de recogida 11d dispuesto de forma cilíndrica y unido al bloque cilíndrico.

La figura 5 es una vista esquemática que muestra un conjunto de sensores magnéticos superconductores 11.

Una primera fila de sensores R1 consiste en cinco sensores magnéticos superconductores 11 alineados a intervalos de un paso p (por ejemplo, 20 mm) en una fila a lo largo de la dirección Y.

Una segunda fila de sensores R2 está espaciada por un paso w (por ejemplo, 20 mm) a lo largo de la dirección X de la primera fila de sensores R1 y consiste en cinco sensores magnéticos superconductores 11 alineados a intervalos del paso p en una fila a lo largo de la dirección Y mientras que sus cinco sensores magnéticos superconductores 11 están dislocados una distancia $p/2$ de los sensores magnéticos superconductores 11 de la primera parte de la fila de sensores R1.

La figura 6 ilustra un perfil de densidad de puntos de medición en el que, después de la primera medición, la segunda medición se lleva a cabo con el carro 4 movido de manera deslizante una distancia $w/2$ a lo largo de la dirección X desde su ubicación inicial, la tercera medición se lleva a cabo con el carro 4 movido de manera deslizante más allá de $w/2$ a lo largo de la dirección X, la cuarta medición se lleva a cabo con el carro 4 movido de manera deslizante más allá de $w/2$ a lo largo de la dirección X, la quinta medición se lleva a cabo con el carro 4 movido de manera deslizante más allá de $w/2$ a lo largo de la dirección X, la sexta medición se lleva a cabo con el carro 4 movido de manera deslizante más allá de $w/2$ a lo largo de la dirección X y la séptima medición se lleva a cabo con el carro 4 movido de manera deslizante más allá de $w/2$ a lo largo de la dirección X. Más particularmente, el paso a lo largo de la dirección Y entre los puntos de medición es igual al paso p a lo largo de la dirección Y entre los sensores magnéticos superconductores 11 en ambos extremos del intervalo del movimiento deslizante mientras que el paso a lo largo de la dirección Y entre los puntos de medición es igual a $1/2$ del paso p a lo largo de la dirección Y entre los sensores magnéticos superconductores 11 en el centro a lo largo de la dirección Y del intervalo del movimiento deslizante.

Además, el paso a lo largo de la dirección X entre los puntos de medición es igual $1/2$ del paso w entre las filas de sensores.

La figura 7 es una vista esquemática que muestra una imagen fotográfica de rayos X tomada en el estado de la figura 2.

A partir de la imagen fotográfica de rayos X, puede reconocerse la posición a lo largo de la dirección Y de los marcadores 14, 14' con respecto a los sensores magnéticos superconductores 11. En otras palabras, la ubicación de los sensores magnéticos superconductores 11 con respecto al cuello o a la cintura de un sujeto H a examinar puede determinarse favorablemente cuando el lado en el extremo distal del cilindro sensor 10 se ha establecido directamente en el cuello o en la cintura del sujeto H con referencia a los marcadores 14, 14'.

Además, como la relación entre la columna vertebral del sujeto H y cada uno de los sensores magnéticos superconductores 11 permanece uniforme, puede reconocerse la ubicación de los sensores magnéticos superconductores 11 con respecto al cuello o a la cintura del sujeto H con respecto a los sensores superconductores 11. Por ejemplo, cuando la señal producida por el sensor magnético superconductor 11s ubicado en el centro a lo largo de la dirección Y es anómala, la cuarta vértebra cervical S4 en la posición más alta de la médula espinal o de los nervios ubicada cerca del sensor magnético superconductor 11s tiene un defecto. Por lo tanto, se satisface cortar y tratar una región alrededor de la cuarta vértebra cervical S4 cuando se ha juzgado que la cuarta vértebra cervical S4 tiene un defecto. Dado que la acción convencional de cortar una región extendida desde la segunda vértebra cervical a la séptima vértebra cervical no es necesaria, puede aliviarse la tensión en un paciente.

El aparato de medición de magnetismo superconductor 100 de la realización 1 permite que el conjunto de sensores magnéticos superconductores 11 se opere a una densidad más alta para los puntos de medición que para su disposición original. Dado que el conjunto de sensores se mueve solo en la dirección X, su disposición física no es complicada y su acción de medición puede minimizarse en el número de repeticiones. Además, incluso cuando la parte cervical en el cuello del sujeto H a examinar permanece curvada de forma natural sin el cuello inclinado hacia delante, puede entrar en contacto directo con el lado en el extremo distal 10c del cilindro sensor 10 a lo largo de la dirección Y. Además, como su lado en el extremo distal 10c permanece sin curvarse a lo largo de la dirección X, el cilindro sensor 10 puede moverse a lo largo de la dirección X sin ser perturbado por la parte cervical del sujeto H.

De manera similar, incluso cuando la cintura del sujeto H permanece curvada de forma natural pero no inclinada hacia delante, puede entrar en contacto directo con el lado en el extremo distal 10c del cilindro sensor 10 a lo largo de la dirección Y.

(Realización 2)

Como se muestra en la figura 8, en una realización que no forma parte de la presente invención, los sensores magnéticos superconductores 11 de forma cilíndrica (véase la figura 4) pueden reemplazarse por sensores magnéticos superconductores de tipo plano.

(Realización 3)

La figura 9 es una vista en perspectiva despiezada de una cubierta 20 de cilindro sensor para un aparato de medición de biomagnetismo.

La cubierta 20 de cilindro sensor para un aparato de medición de biomagnetismo comprende una lámina 21 y un soporte 22.

La lámina 21 es una lámina de plástico cuyo lado superior 21a e inferior 21b están acabados con suavidad.

El soporte 22 comprende barras superiores 23, una placa derecha 24 provista en el extremo derecho de las barras superiores 23, una placa izquierda 25 provista en el extremo izquierdo de las barras superiores 23, barras inferiores 26 provistas para unirse en la parte inferior entre la placa derecha 24 y la placa izquierda 26, y un bastidor de sujeción 28 articulado de forma pivotante mediante bisagras a la placa derecha 24 y la placa izquierda 25.

La distancia entre las barras superiores 23 y las barras inferiores 26 se establece mayor en unos pocos milímetros que la altura del cilindro sensor 10 de un aparato de medición de biomagnetismo 100.

La distancia entre la placa derecha 24 y la placa izquierda 25 se establece mayor entre 2 y 8 cm desde la anchura del cilindro sensor 10 del aparato de medición de biomagnetismo 100.

La profundidad de la placa derecha 24 y de la placa izquierda 25 se establece menor en unos pocos centímetros desde la longitud del cilindro sensor 10 del aparato de medición de biomagnetismo 100.

El lado anterior 24a de la placa derecha 24 y el lado anterior 25a de la placa izquierda 25 están conformados de manera que coincidan con la forma en el extremo distal del cilindro sensor 10 del aparato de medición de biomagnetismo 100.

Como se muestra en la figura 10, la lámina 21 está intercalada entre el bastidor de sujeción 28 y los extremos anteriores 24a, 25a de las placas derecha e izquierda 24, 25 y el bastidor de sujeción 28 se sujeta en su sujetador 28a a la barra superior 23. Esto permite que la lámina 21 se conforme para coincidir con la forma en el extremo distal del cilindro sensor 10 del aparato de medición de biomagnetismo 100.

Cuando el lado en el extremo distal 10c del cilindro sensor 10 entra en contacto directo con la piel de un sujeto H a examinar como se muestra en la figura 2, puede adherirse a la piel debido a la humedad de la piel perturbando así el movimiento suave del cilindro sensor 10.

Para compensar, el lado en el extremo distal 10c del cilindro sensor 10 está protegido con la cubierta 20 del cilindro sensor como se muestra en la figura 11.

Más específicamente, el lado en el extremo distal 10c del cilindro sensor 10 y la piel del sujeto H están separados uno de otro por la lámina 21. Dado que el lado posterior 21b de la lámina 21 está alisado, garantiza una suavidad en el lado en el extremo distal del cilindro sensor 10 que también está alisado. Además, el lado anterior 21a de la lámina 21 está alisado y apenas puede adherirse a la piel del sujeto H, independientemente de la humedad de la piel. Esto permite que el lado en el extremo distal del cilindro sensor 10 se mueva suavemente a lo largo de la dirección X (la dirección horizontal) directamente en el lado posterior 21b de la lámina 21. Mientras tanto, con el soporte 22 que permanece sin moverse verticalmente, el lado en el extremo distal del cilindro sensor 10 se mantiene para no moverse a lo largo de la dirección Y (la dirección vertical).

La figura 12 es una vista en sección transversal del lado en el extremo distal 10c del cilindro sensor 10 protegido con la cubierta 20 del cilindro sensor para el aparato de medición de biomagnetismo.

El cilindro sensor 10 comprende una carcasa interior 10a y una carcasa exterior 10b. Un conjunto de sensores magnéticos superconductores 11 están montados en el lado interno de la carcasa interna 10a.

De acuerdo con la realización 3, el método de medición del biomagnetismo, la cubierta 20 del cilindro sensor para un aparato de medición de biomagnetismo, la lámina 21 y el aparato de medición de biomagnetismo 100 permiten que el cilindro sensor 10 se mueva suavemente a lo largo de la dirección X (la dirección horizontal) pero no a lo largo de la dirección Y (la dirección vertical).

(Realización 4)

La figura 13 muestra una realización que no forma parte de la presente invención, en la que los sensores magnéticos superconductores 11 de forma cilíndrica (véase la figura 4) pueden reemplazarse por sensores magnéticos superconductores de tipo plano.

5

(Realización 5)

Como se muestra en la figura 14, el soporte 22 puede estar equipado con una banda de soporte de goma 29 para unirse firmemente al sujeto H con la ayuda de la banda de soporte 29.

10

Dado que el soporte 22 está unido firmemente al sujeto H, la relación de posición a través del soporte 22 entre el sujeto H y el cilindro sensor 10 puede mantenerse estable.

(Realización 6)

15

Como se muestra en la figura 15, la lámina 21 puede tener una multiplicidad de crestas y agujeros lineales que se extienden horizontalmente provistos en el lado posterior 21b.

20

Con las crestas y agujeros lineales que se extienden horizontalmente provistos en su lado posterior 21b, la lámina 21 evita que el lado en el extremo distal del cilindro sensor 10 se mueva de manera deslizante en la vertical a la lámina 21. Más particularmente, el lado en el extremo distal del cilindro sensor 10 puede moverse suavemente solo a lo largo de la dirección horizontal.

(Realización 7)

25

Como se muestra en la figura 16, el cilindro sensor 10 del aparato de medición de biomagnetismo 100 puede tener una multiplicidad de crestas y agujeros lineales que se extienden horizontalmente provistos en su lado en el extremo distal.

30

Con las crestas y agujeros lineales que se extienden horizontalmente provistos en su lado en el extremo distal, se evita que el cilindro sensor 10 se mueva de manera deslizante en la vertical a la lámina 21. Más particularmente, el lado en el extremo distal del cilindro sensor 10 puede moverse suavemente solo a lo largo de la dirección horizontal.

(Realización 8)

35

La lámina 21 puede sujetarse al soporte 22 mediante tornillos o un(os) sujetador(es) de área.

(Realización 9)

40

Como se muestra en la figura 17, el lado en el extremo distal 10c del cilindro sensor 10 puede tener provista una superficie del mismo arqueada en forma de silla de montar que esté abombada más hacia fuera en el centro que en los extremos superior e inferior a lo largo de la dirección Y y rebajada más hacia dentro en el centro que en los extremos superior e inferior a lo largo de la dirección X.

45

De acuerdo con la realización 9, el lado en el extremo distal 10c del cilindro sensor 10 puede entrar en contacto directo con la parte cervical o de la cintura de un sujeto a examinar a lo largo de la dirección Y, incluso cuando el sujeto no está doblado hacia delante con su cuello o cintura curvados de forma natural. Además, el lado en el extremo distal 10c del cilindro sensor 10 puede entrar en contacto directo con la parte cervical o de la cintura del sujeto a lo largo de la dirección X.

50

(Realización 10)

Como se muestra en la figura 18, puede proporcionarse además una manilla deslizante 12 para que un operario mueva el carro 4 de manera deslizante hacia delante y hacia atrás (a lo largo de la dirección z) y otra manilla deslizante 13 para que un operario mueva el carro 4 de manera deslizante hacia arriba y hacia abajo (a lo largo de la dirección Y).

55

La acción de establecer correctamente el lado en el extremo distal del cilindro sensor 10 en una región T del sujeto a medir se explicará a continuación.

60

(1) La manilla giratoria 9 se opera para mantener el cilindro sensor 10 en la horizontal.

(2) Como se muestra en la figura 19, las dos manillas deslizantes 12 y 13 se operan para mover el lado en el extremo distal de la cubierta 20 del cilindro sensor (o el lado en el extremo distal del cilindro sensor 10 sin usar la cubierta 20 del cilindro sensor) para que su extremo superior entre en contacto directo con el extremo superior de la región T del sujeto.

65

(3) Como se muestra en la figura 20, el cilindro sensor 10 se gira para modificar su ángulo θ alrededor del centro g de su giro o el contacto entre el extremo superior de su lado en el extremo distal y el extremo superior de la región

T del sujeto hasta que el lado en el extremo distal de la cubierta 20 del cilindro sensor (o el lado en el extremo distal del cilindro sensor 10 sin usar la cubierta 20 del cilindro sensor) esté completamente enganchado con la región T del sujeto a medir. Más específicamente, el cilindro sensor 10 se modifica en el ángulo θ al operar la manilla giratoria 9 al tiempo que el carro 4 se mueve $-\Delta Z$ hacia delante o hacia atrás al operar la manilla deslizante 12 hacia delante o hacia atrás e ΔY hacia arriba o hacia abajo al operar la manilla deslizante 13. Suponiendo que la distancia entre el árbol de giro 8 y el extremo superior del lado en el extremo distal del cilindro sensor 10 (en el centro g del giro), que se mantiene a la misma altura que el cilindro sensor 10 extendido horizontal, es Z_g , se establecerá la siguiente relación,

$$\Delta Y = 2 \times Z_g \times \text{sen}(\theta/2) \times \text{cos}(\theta/2),$$

$$\Delta Z = 2 \times Z_g \times \text{sen}(\theta/2) \times \text{sen}(\theta/2).$$

De acuerdo con la Realización 10, el lado en el extremo distal de la cubierta 20 del cilindro sensor (o el lado en el extremo distal del cilindro sensor 10 sin usar la cubierta 20 del cilindro sensor) no produce movimientos de fricción en el sujeto a examinar y apenas molestará al sujeto proporcionándole una sensación incómoda.

(Realización 11)

En caso de que la anchura a lo largo de la dirección Y del cilindro sensor 10 sea menor que la longitud de la región T del sujeto a examinar, la siguiente acción se llevará a cabo después de establecer el lado en el extremo distal del cilindro sensor 10 directamente en la región T de un sujeto a examinar de forma similar a la de la realización 10.

(4) Como se muestra en la figura 21, el lado en el extremo distal del cilindro sensor 10 se gira para modificar su ángulo ϕ alrededor del centro h de su giro o de su forma curvada (o cuando la forma es un arco, del centro de un círculo que incluye el arco) para moverse a lo largo de la región T del sujeto a examinar. Más específicamente, el cilindro sensor 10 se modifica en el ángulo ϕ al operar la manilla giratoria 9 al tiempo que el carro 4 se mueve $-\Delta Z$ hacia delante o hacia atrás al operar la manilla deslizante 12 hacia delante o hacia atrás y $-\Delta Y$ hacia arriba o hacia abajo al operar la manilla deslizante 13. Suponiendo que la distancia entre el árbol de giro 8 y el centro h del giro es Z_h con el cilindro sensor 10 girado el ángulo ϕ y extendido horizontal como se muestra en la figura 21, se establecerá la siguiente relación,

$$\Delta Y = 2 \times Z_h \times \text{sen}(\phi/2) \times \text{cos}(\phi/2),$$

$$\Delta Z = 2 \times Z_g \times \text{sen}(\phi/2) \times \text{sen}(\phi/2).$$

De acuerdo con la realización 11, el lado en el extremo distal del cilindro sensor 10 puede moverse a lo largo de la forma arqueada de la región T del sujeto a examinar.

(Realización 12)

Como se muestra en la figura 22, el cerramiento Dewar 7 puede estar soportado por una horquilla 17, que está apoyada de manera giratoria por el árbol de giro 8, para el movimiento a lo largo de la dirección Y.

Cuando un operario opera la manilla deslizante 18, el lado en el extremo distal del cilindro sensor 10 puede moverse a lo largo de la dirección Y.

(Ejemplo 1)

Como se muestra en la figura 23, los modelos A, B, C y D se prepararon con una anchura de 145 mm a lo largo de la dirección Y y se dispusieron de forma arqueada en un lado en el extremo distal del que la proyección (la distancia en el centro que se proyecta hacia afuera desde los extremos superior e inferior a lo largo de la dirección Y) fue de 5 mm, 10 mm, 20 mm y 30 mm, respectivamente.

Se realizó un ensayo para examinar la coincidencia de los modelos A, B, C y D con las partes cervicales de veintisiete pacientes que iban a someterse a operaciones quirúrgicas para detectar defectos cervicales.

Como la parte cervical de cada paciente se representó junto con los sensores de magnetismo superconductores 11 a lo largo de la dirección X mediante una cámara fotográfica de rayos X, se midió la distancia más corta desde los sensores de magnetismo superconductores 11 a la parte cervical en una imagen de rayos X. La fuerza del campo magnético se calculó a partir de la distancia más corta y se juzgó que el modelo con el que la fuerza del campo magnético era máxima era el modelo más favorable.

En consecuencia, el número de pacientes coincidentes al máximo con el modelo A es dos, el número de pacientes coincidentes al máximo con el modelo B es once, el número de pacientes coincidentes al máximo con el modelo C es catorce, y el número de los pacientes coincidentes al máximo con el modelo D es cero. Por lo tanto, se demuestra que

la proyección de la forma arqueada para la medición de las partes cervicales es preferentemente no inferior a 5 mm y no superior a 30 mm.

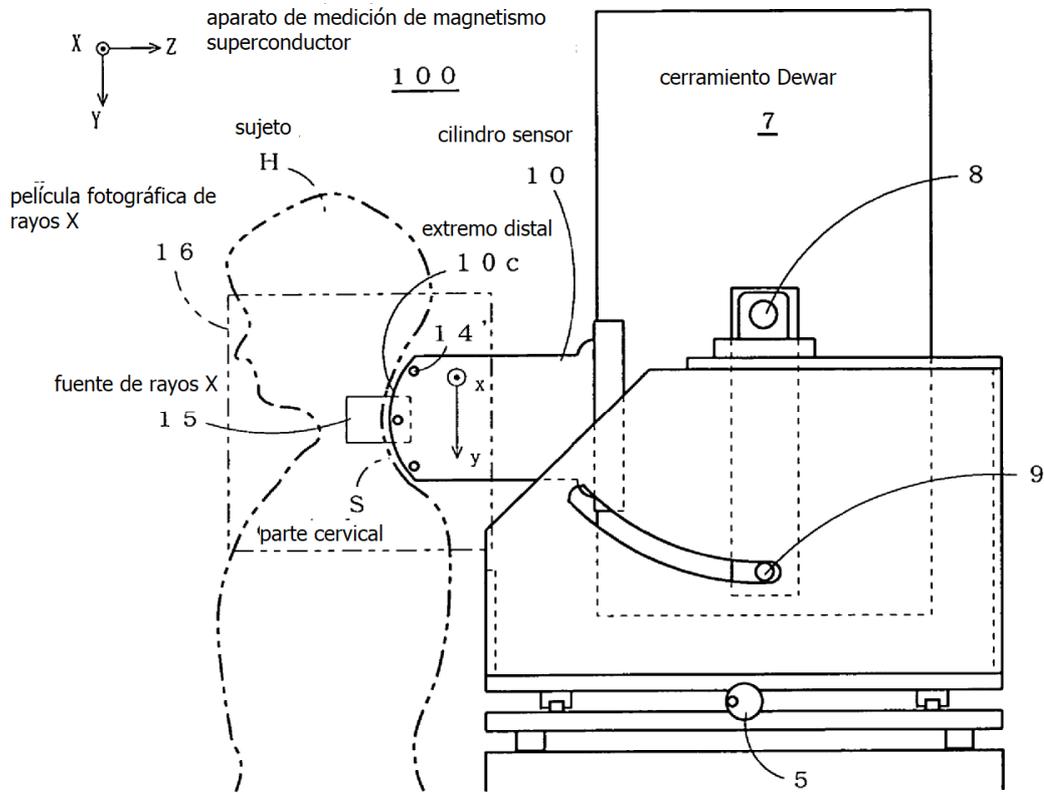
Aplicabilidad industrial

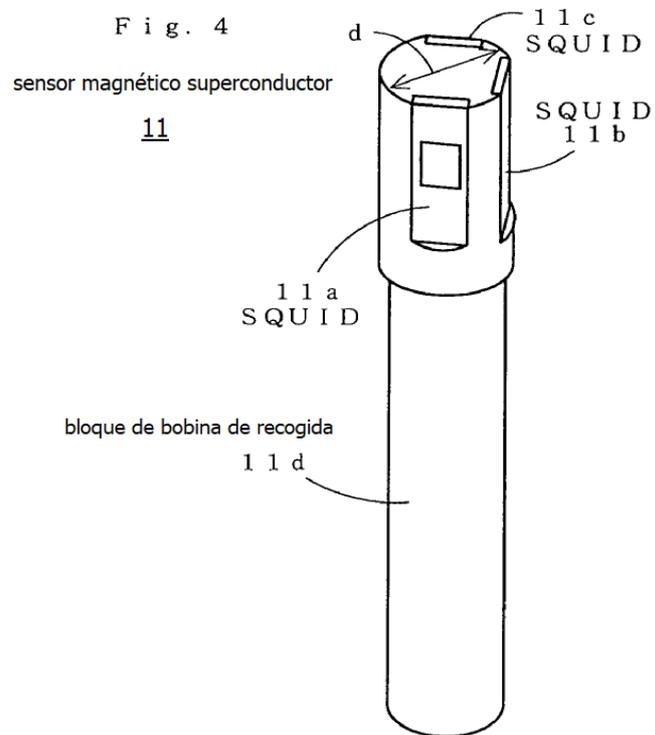
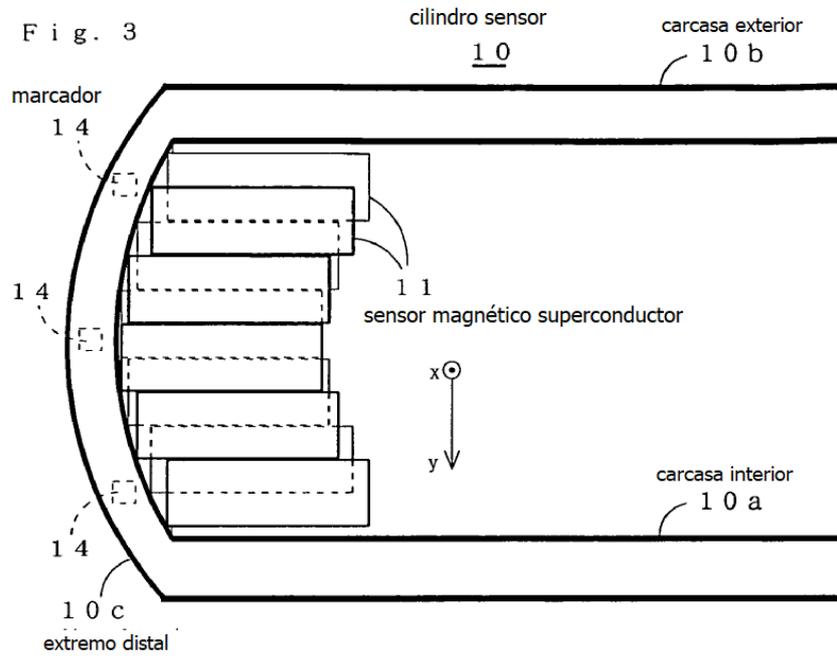
- 5 El aparato de medición de magnetismo superconductor de la presente invención es favorable para medir un grado débil del magnetismo generado en la médula espinal o en los nervios de un ser humano.

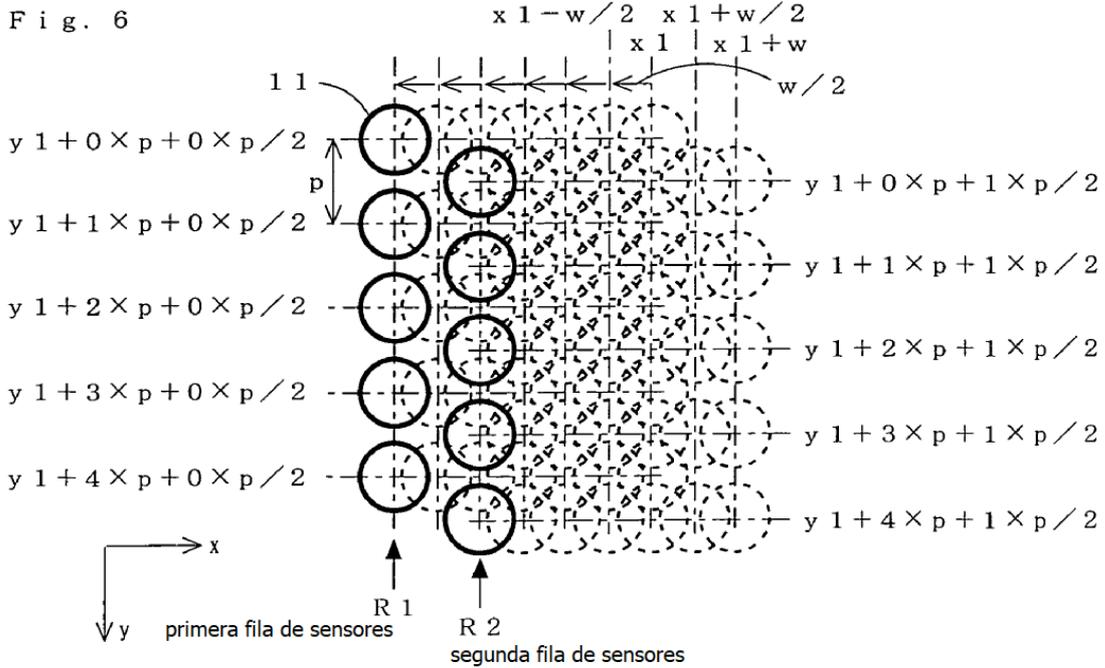
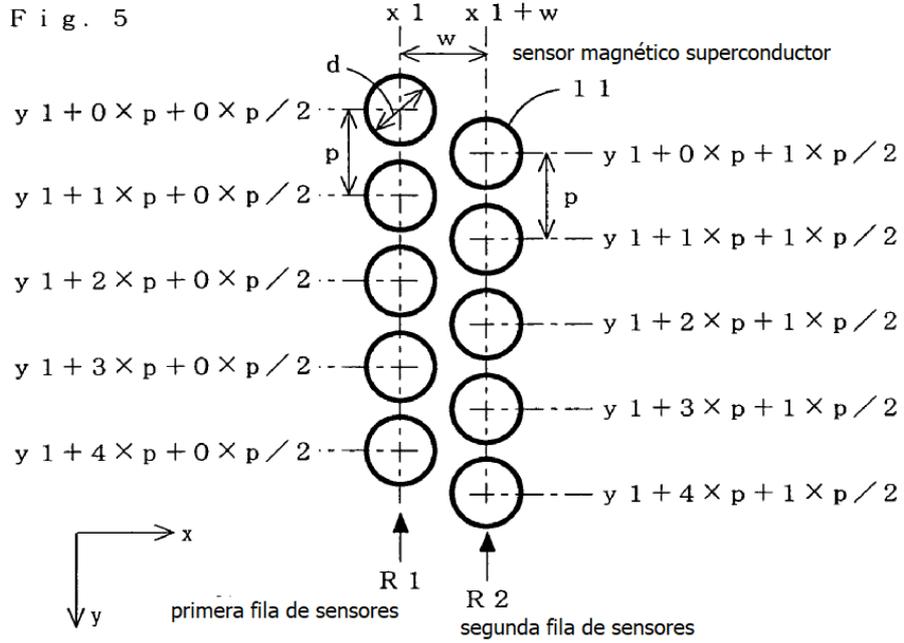
REIVINDICACIONES

1. Un aparato de medición de magnetismo superconductor (100) que comprende un cilindro sensor (10) y un conjunto de sensores de sensores magnéticos superconductores (11) alineados y montados en la superficie interna de un lado en el extremo distal (10c) del cilindro sensor, en donde los sensores magnéticos superconductores tienen cada uno un eje longitudinal que se extiende a lo largo de la dirección Z y en donde los ejes longitudinales de los sensores son paralelos entre sí, **caracterizado por que** los sensores magnéticos superconductores en el conjunto de sensores están alineados en la dirección Y y en la dirección X, mientras que el lado en el extremo distal del cilindro sensor está moderadamente curvado para proyectarse hacia fuera en el centro desde los extremos superior e inferior a lo largo de la dirección Y pero no está curvado a lo largo de la dirección X, y el extremo distal del cilindro sensor forma una pared arqueada solo en la dirección Y y está adaptado para entrar en contacto directo con la parte cervical o de la cintura de un sujeto humano.
2. Un aparato de medición de magnetismo superconductor de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el cilindro sensor está dispuesto de una forma cilíndrica de cuatro lados que tiene una anchura a lo largo de la dirección Y no inferior a 5 cm y no superior a 20 cm y una anchura a lo largo de la dirección X no inferior a 5 cm y no superior a 20 cm y su lado en el extremo distal está moderadamente curvado para proyectarse hacia fuera en el centro, no menos de 0,5 cm y no más de 4 cm desde los extremos superior e inferior a lo largo de la dirección Y.
3. Un aparato de medición de magnetismo superconductor de acuerdo con la reivindicación 2, en el que el cilindro tiene sustancialmente 145 cm de anchura a lo largo de la dirección Y y su lado en el extremo distal está moderadamente curvado para proyectarse hacia fuera en el centro, no menos de 0,5 cm y no más de 3 cm desde los extremos superior e inferior a lo largo la dirección Y
4. Un aparato de medición de magnetismo superconductor (100) que comprende un cilindro sensor (10) y un conjunto de sensores de sensores magnéticos superconductores (11) alineados y montados en la superficie interna de un lado en el extremo distal (10c) del cilindro sensor, en donde los sensores magnéticos superconductores tienen cada uno un eje longitudinal que se extiende a lo largo de la dirección Z y en donde los ejes longitudinales de los sensores son paralelos entre sí, **caracterizado por que** los sensores magnéticos superconductores en el conjunto de sensores están alineados en la dirección Y y en la dirección X, mientras que el lado en el extremo distal del cilindro sensor está moderadamente curvado para proyectarse hacia fuera en el centro desde los extremos superior e inferior a lo largo de la dirección Y y para rebajarse en el centro desde los extremos superior e inferior a lo largo de la dirección X, y el extremo distal del cilindro sensor forma una pared arqueada en la dirección Y y en la dirección X y está adaptado para entrar en contacto directo con la parte cervical o de la cintura de un sujeto humano.
5. Un aparato de medición de magnetismo superconductor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que el lado en el extremo distal del cilindro sensor está provisto de manera visible de marcadores hechos de un material no magnético que apenas permite el paso de rayos X.
6. Un aparato de medición de magnetismo superconductor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que comprende además:
un medio de fotografía de rayos X para producir fotos de rayos X de un espacio a lo largo de la dirección X que incluye el lado en el extremo distal del cilindro sensor.
7. Un aparato de medición de magnetismo superconductor de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, que comprende además:
un medio de movimiento hacia la izquierda/hacia la derecha para mover el cilindro sensor a lo largo de la dirección X;
un medio de giro para girar el cilindro sensor alrededor del eje que se extiende a lo largo de la dirección X;
un medio de movimiento hacia delante/hacia atrás para mover el cilindro sensor a lo largo de la dirección Z; y
un medio de movimiento hacia arriba/hacia abajo para mover el cilindro sensor a lo largo de la dirección Y.

Fig. 2







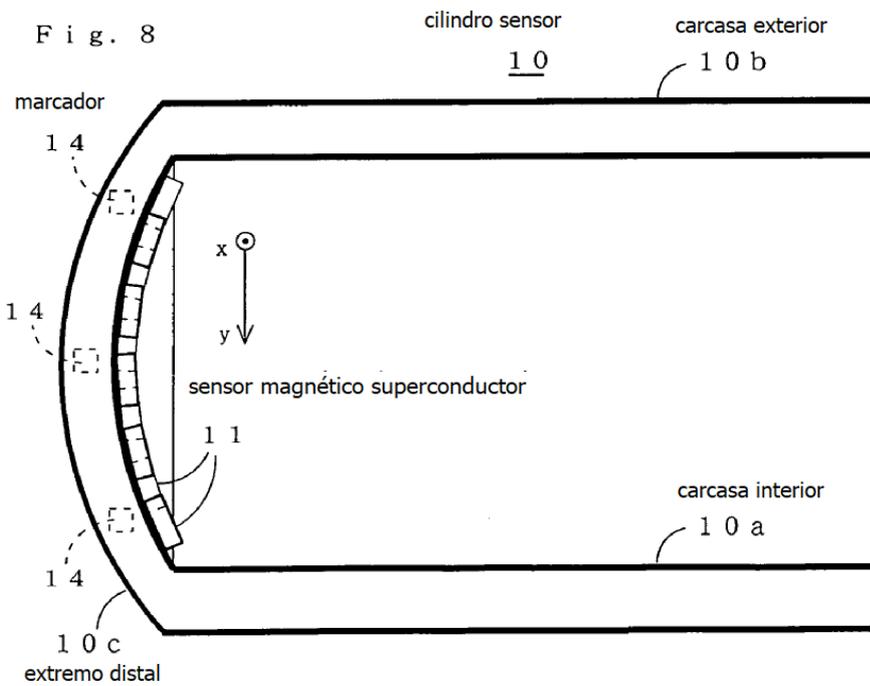
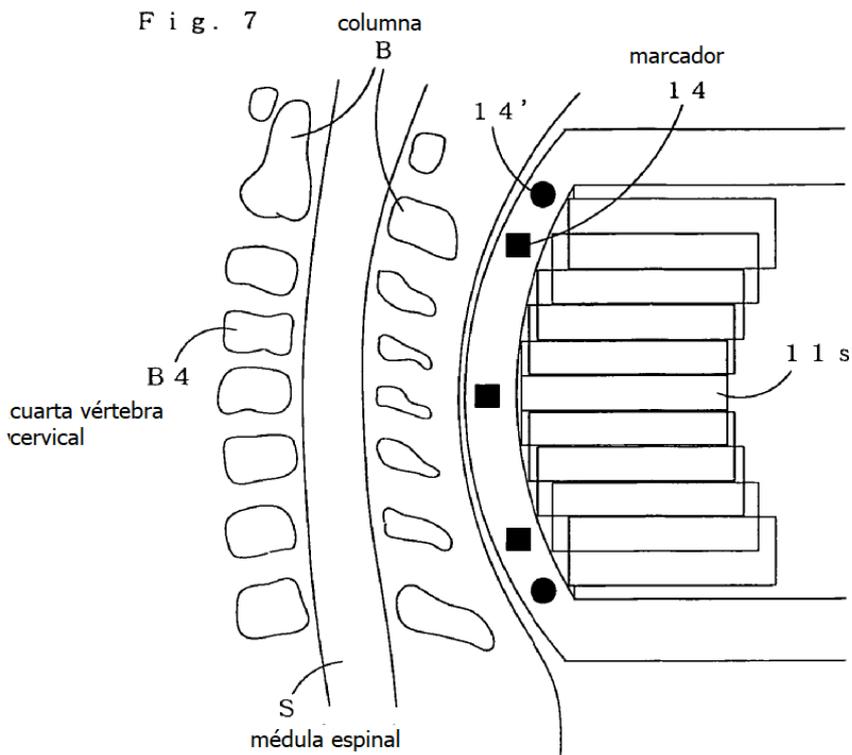


Fig. 9 cubierta de cilindro sensor para aparato de medición de biomagnetismo

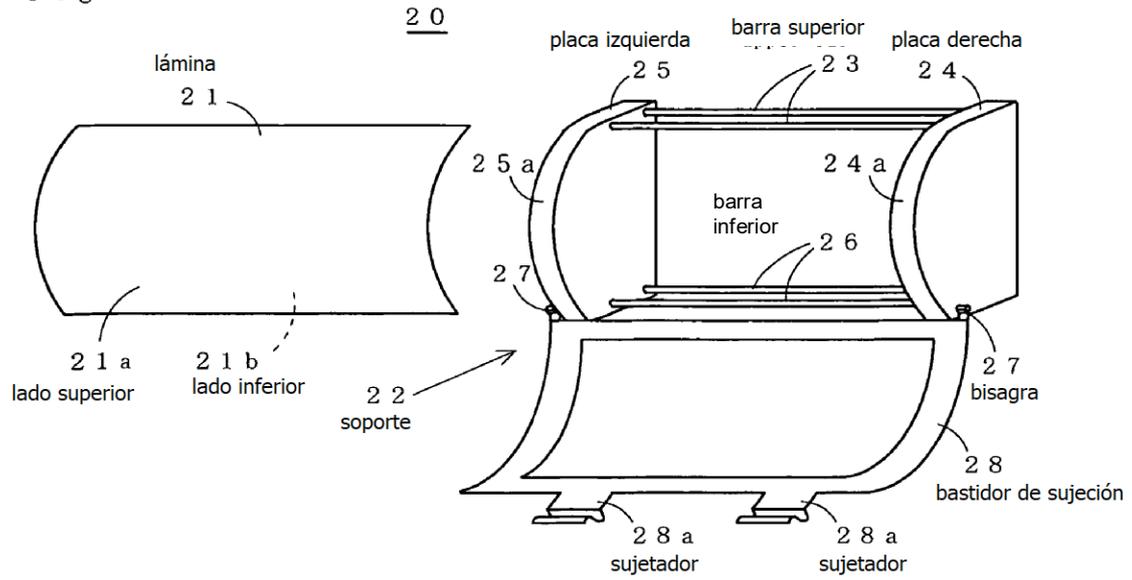
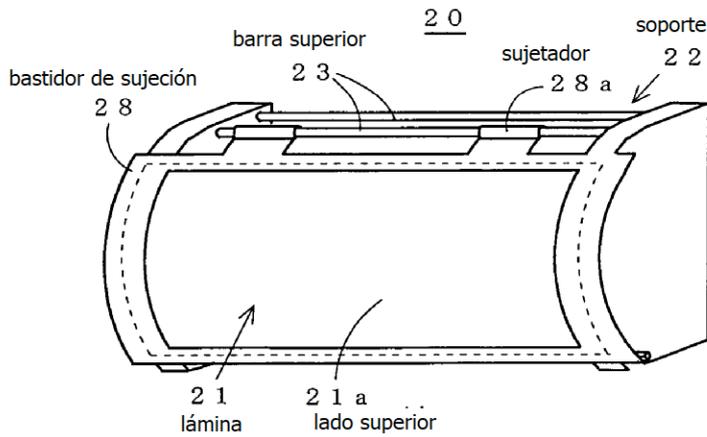
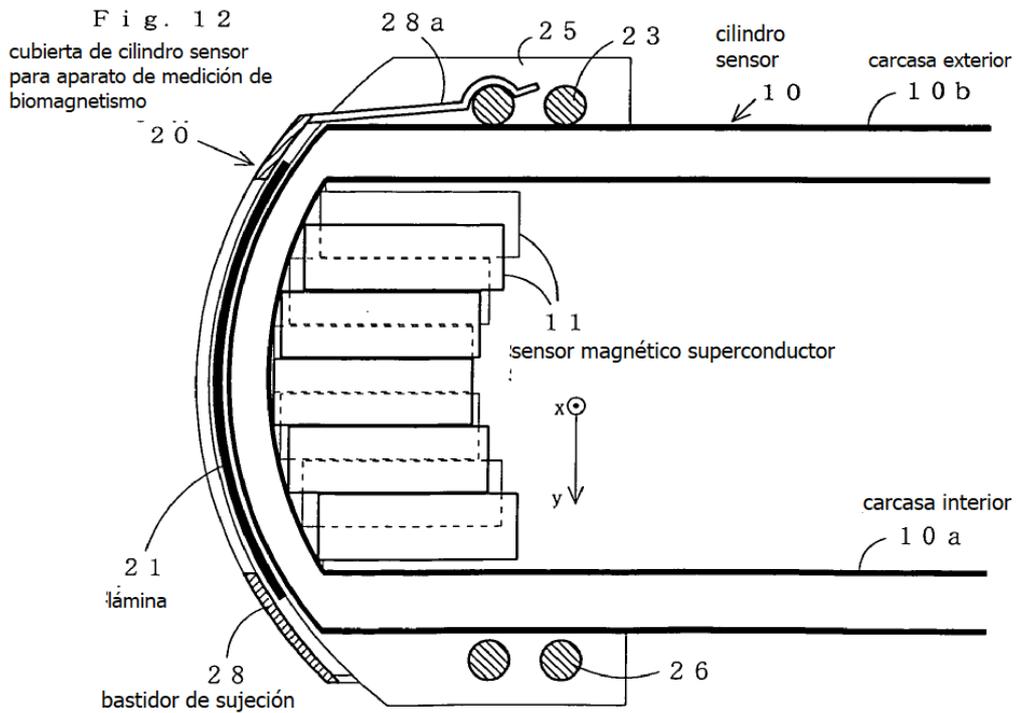
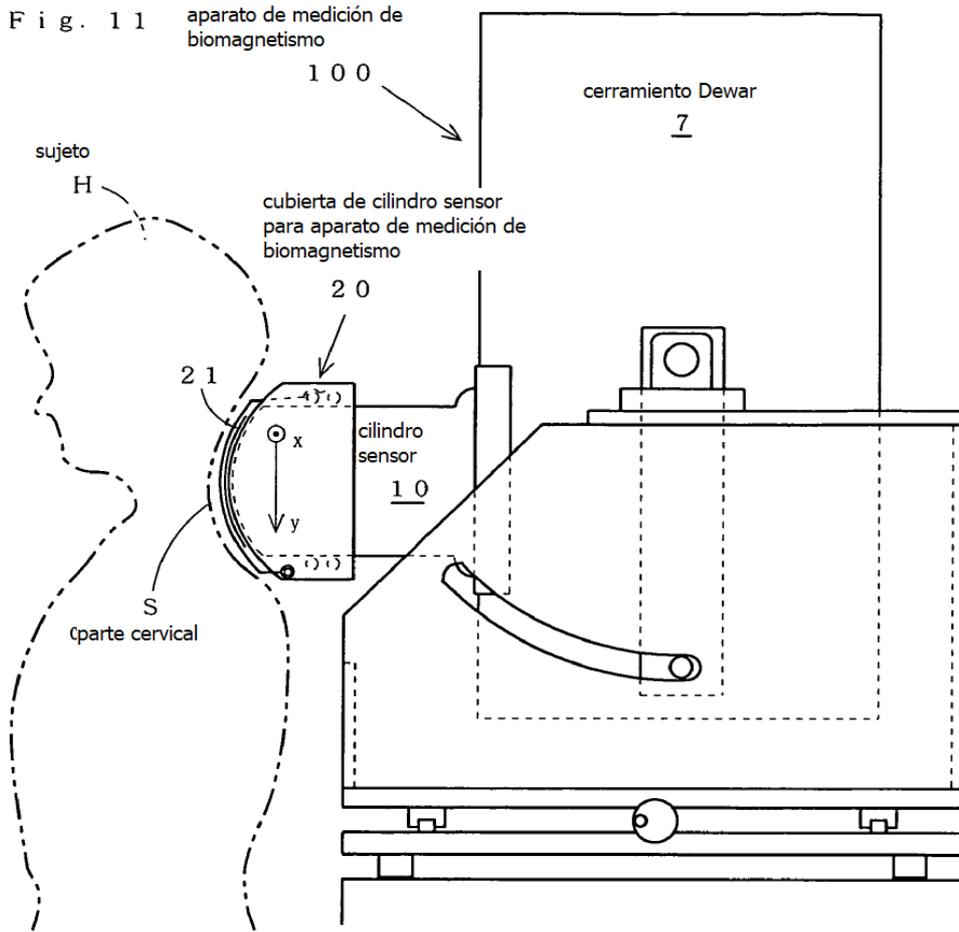


Fig. 10 cubierta de cilindro sensor para aparato de medición de biomagnetismo





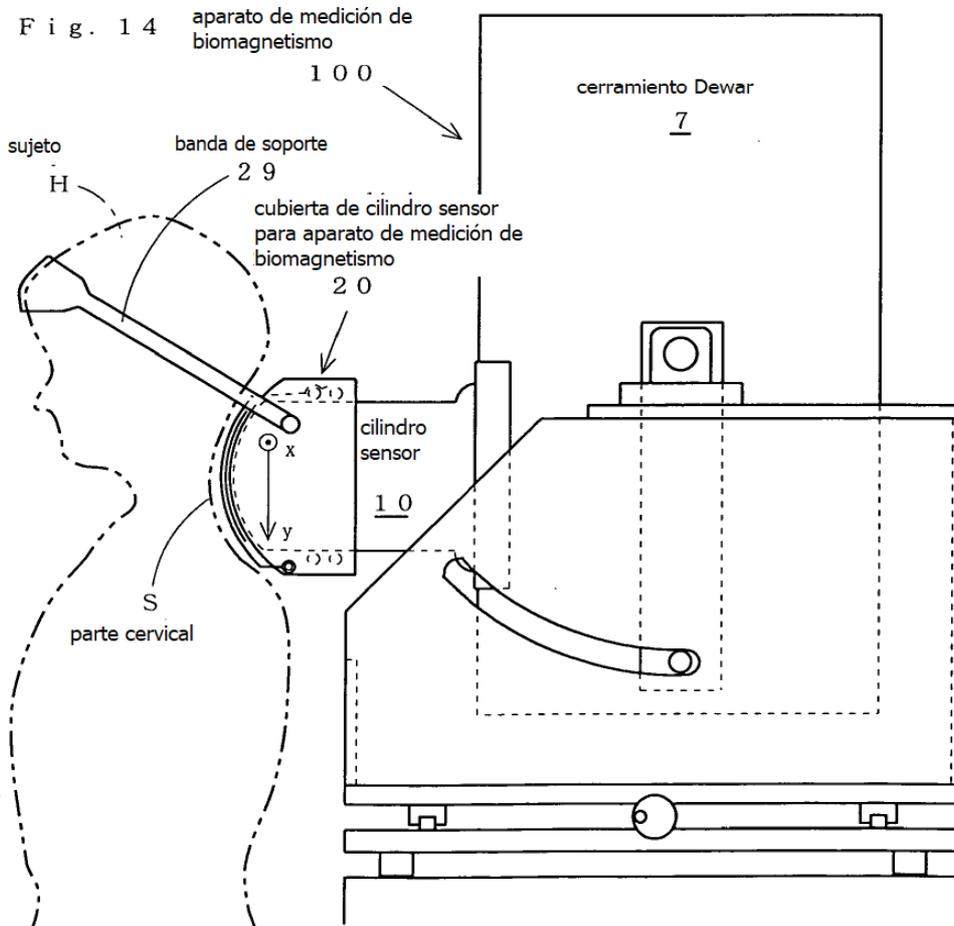
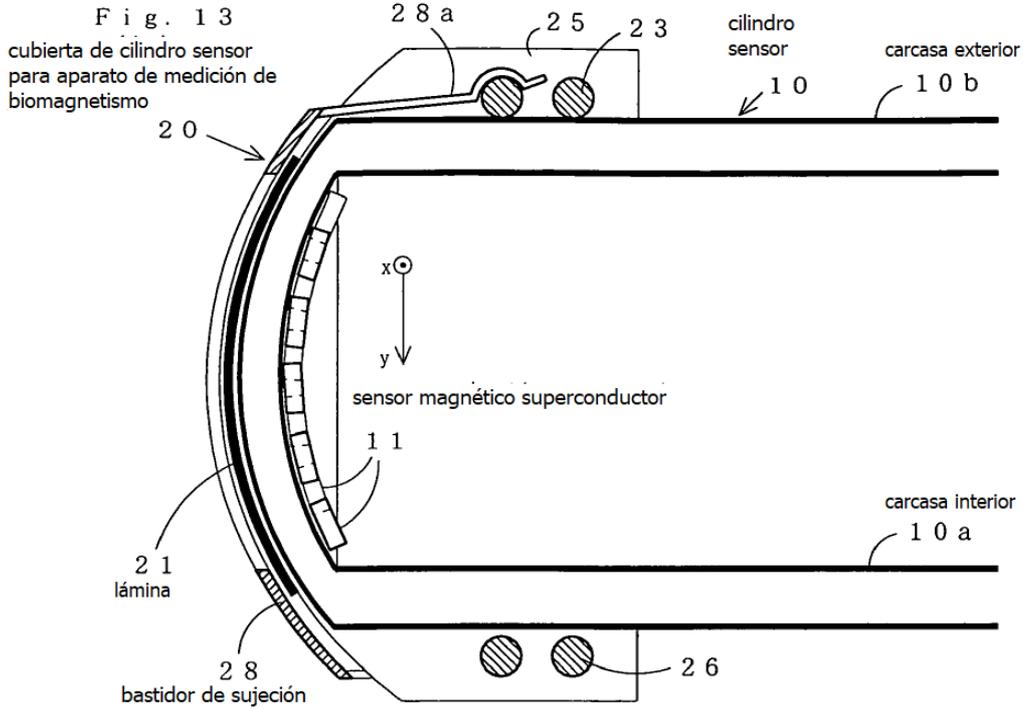


Fig. 15 lámina

21

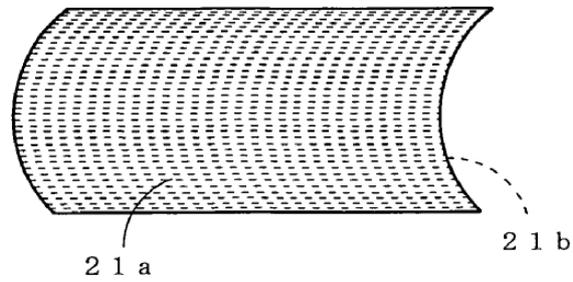


Fig. 16
aparato de medición de
biomagnetismo

100

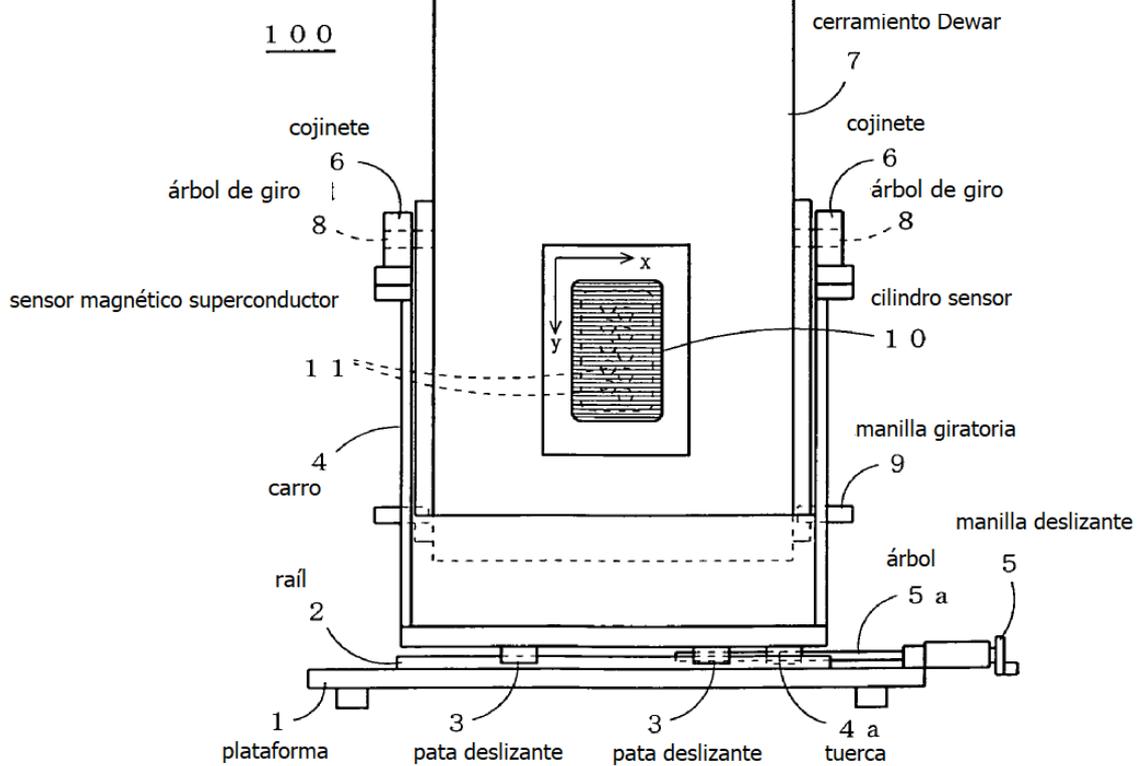


Fig. 17 cilindro sensor
10

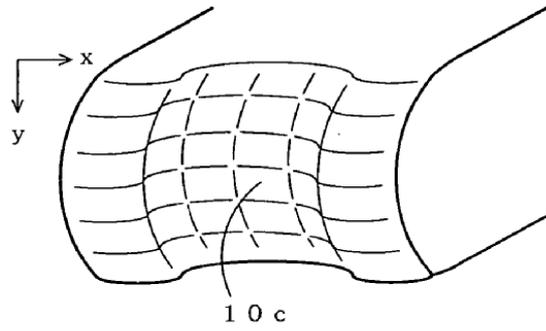


Fig. 18 aparato de medición de magnetismo superconductor

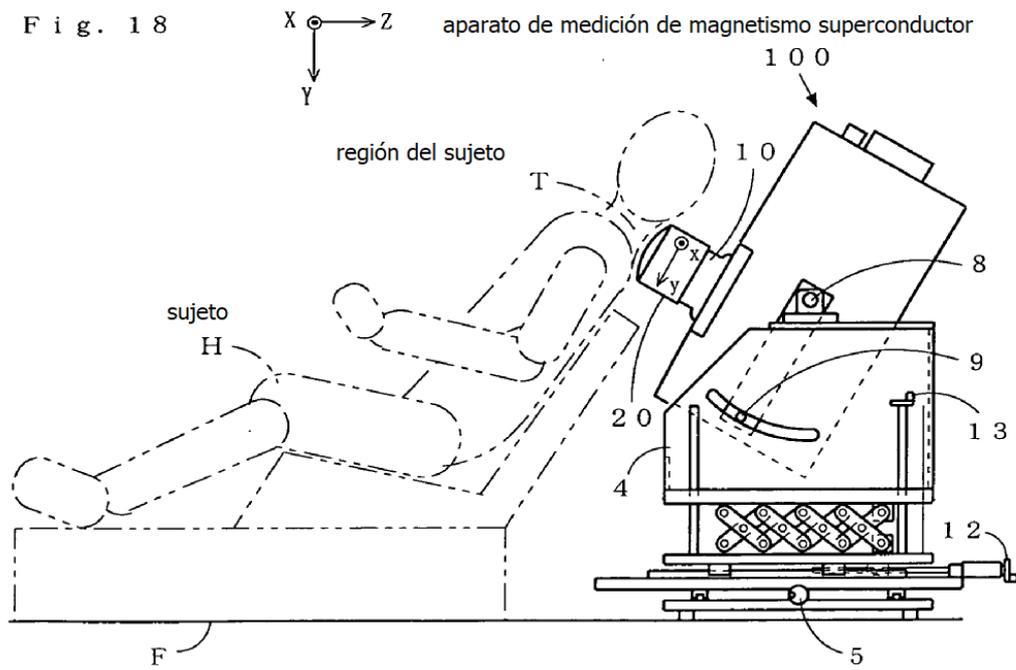


Fig. 19

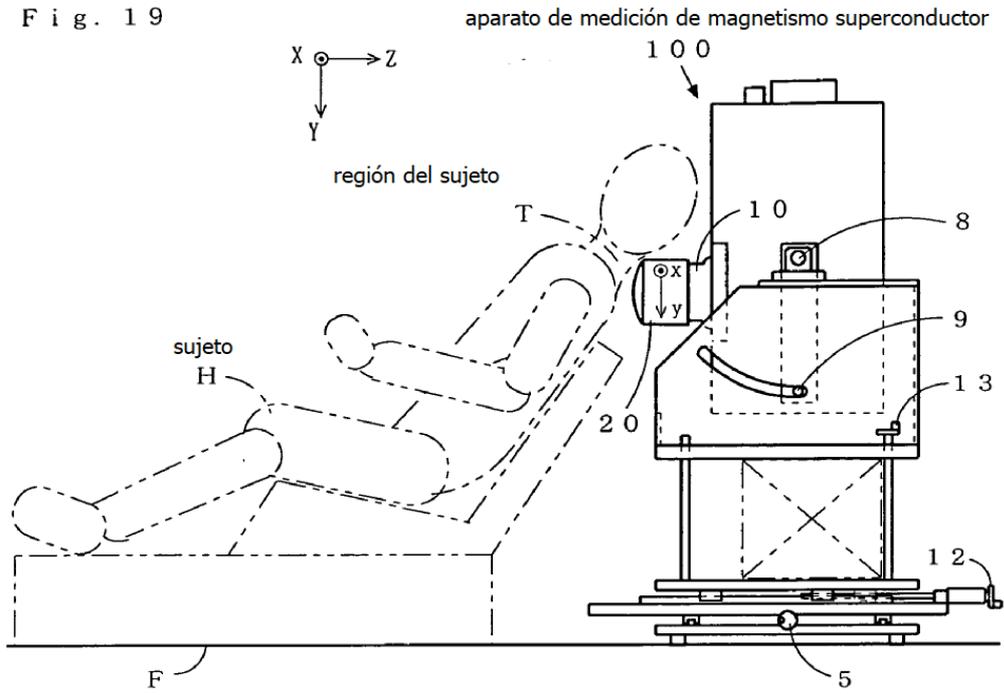


Fig. 20

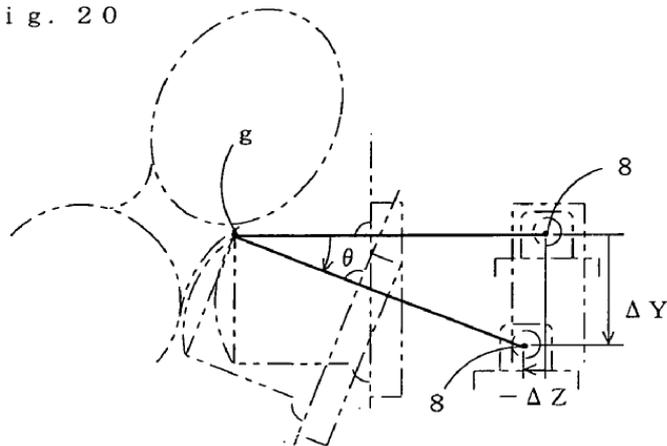
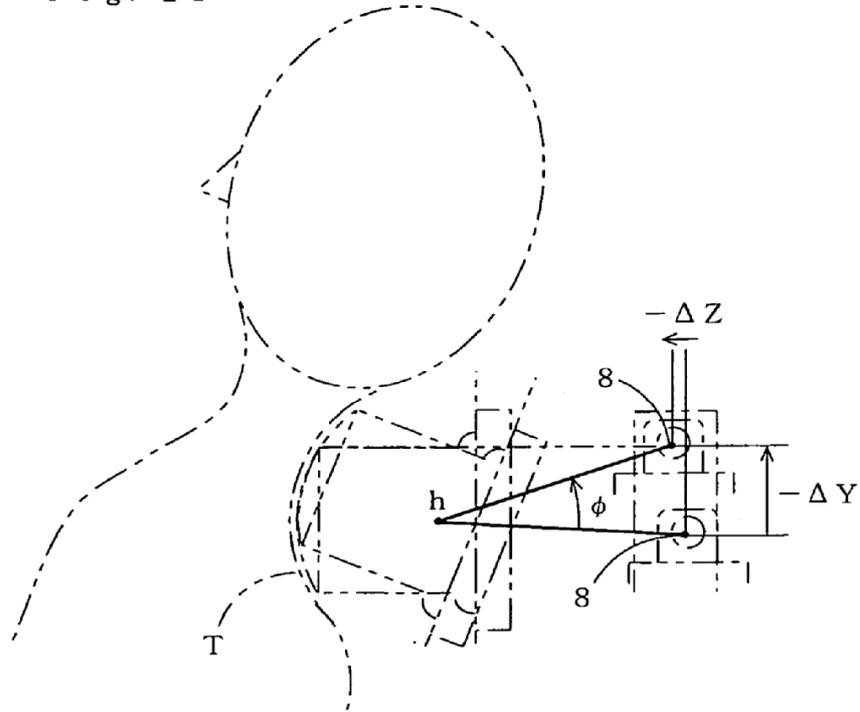


Fig. 21



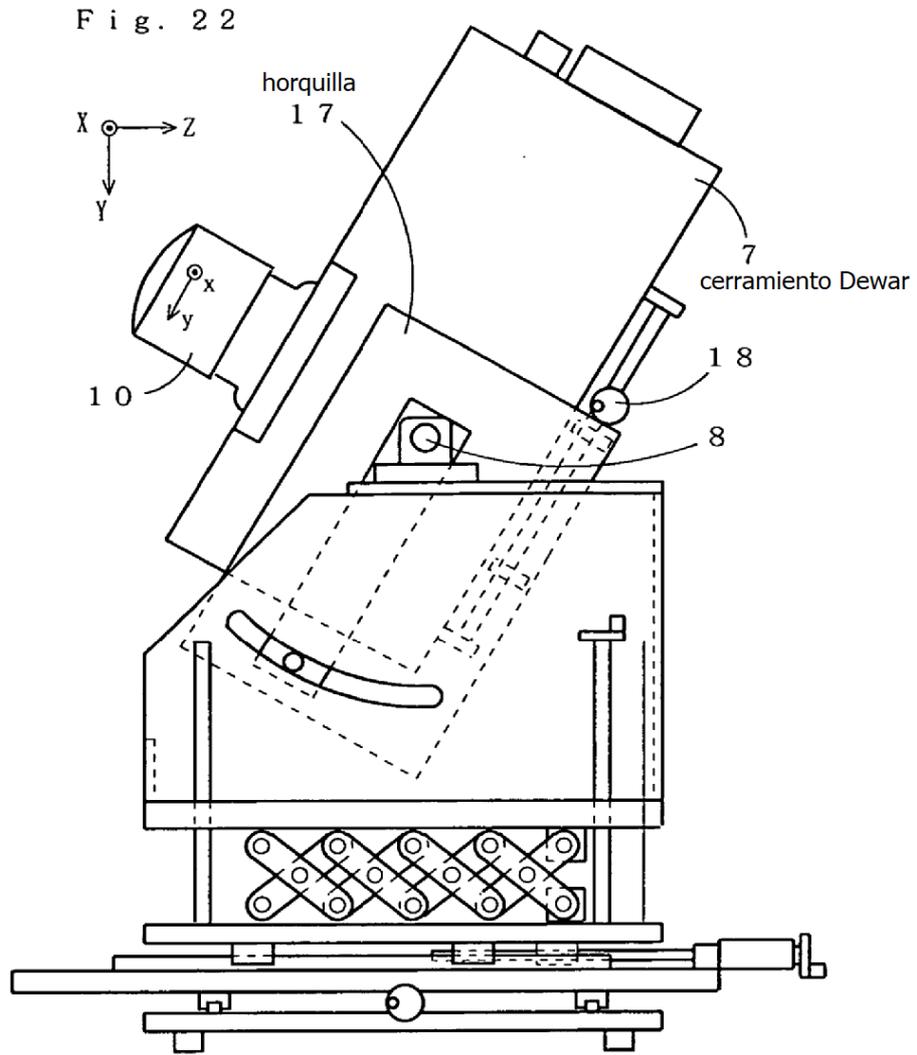


Fig. 23

modelo N.º	A	B	C	D
proyección				
número de pacientes coincidentes	2	1 1	1 4	0