

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 583 134**

51 Int. Cl.:

**A61B 8/06** (2006.01)  
**G01R 33/48** (2006.01)  
**A61B 5/00** (2006.01)  
**A61B 8/00** (2006.01)  
**A61B 6/00** (2006.01)  
**A61B 8/08** (2006.01)  
**A61B 6/03** (2006.01)  
**A61B 90/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.03.2007 E 07718529 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.05.2016 EP 2010049**

54 Título: **Ultrasonido en un aparato de formación de imágenes espaciales magnéticas**

30 Prioridad:

**15.03.2006 AU 2006901321**

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

**19.09.2016**

73 Titular/es:

**COMPUMEDICS LIMITED (100.0%)  
30-40 FLOCKHART STREET  
ABBOTSFORD, VICTORIA 3067, AU**

72 Inventor/es:

**WIDENHORN, GEROLD**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

ES 2 583 134 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**

Ultrasonido en un aparato de formación de imágenes espaciales magnéticas

**Campo de la invención**

5 La presente invención se refiere a procedimientos y a aparatos para medir parámetros fisiológicos, en particular los caudales sanguíneos y la actividad electrofisiológica, usando técnicas de formación de imágenes por ultrasonido y espaciales.

**Antecedentes**

10 Los avances en las técnicas de formación de imágenes han hecho posible medir parámetros fisiológicos durante plazos diferentes explotando la física de las formas de onda cuando atraviesan tejidos heterogéneos. Por ejemplo, se sabe en la técnica que pueden analizarse para medir el caudal sanguíneo las propiedades de la difracción de las ondas sonoras de frecuencia muy alta (conocida como el efecto Doppler) dirigidas hacia fluidos móviles, incluyendo la sangre que se mueve por los vasos. Dichas técnicas que usan ondas sonoras (conocidas como tecnologías de ultrasonido) se han usado convenientemente en aplicaciones de cardiología y, más recientemente, del flujo sanguíneo cerebral. Se conocen en la técnica otros desarrollos en el uso de ultrasonido en las mediciones de flujo

15 sanguíneo cerebral en los que las mediciones se realizan usando ultrasonido que penetra en el cráneo (Doppler transcraneal o DTC). Dichas técnicas se divulgaron por Aaslid en la patente estadounidense N° 4.817.621, que describía un aparato de DTC para medir el flujo de sangre en los vasos en el cerebro.

20 Otros desarrollos para producir imágenes de tejido "in situ" se han realizado de forma independiente, usando principios diferentes de la física, tales como medir las concentraciones de átomos y moléculas particulares con concentraciones variables en tejidos heterogéneos activando los átomos y moléculas mediante campos magnéticos fuertes y midiendo la activación. Dicha técnica se conoce en la técnica de la formación de imágenes por resonancia magnética (IRM).

25 El ultrasonido y la IRM se usan para medir aspectos de fluidos en los tejidos. Sin embargo, las técnicas, como otras técnicas de formación de imágenes, operan en escalas de tiempo diferentes y pueden interpretarse para parámetros fisiológicos diferentes. La velocidad con la que pueden generarse, reflejarse y analizarse las ondas de ultrasonido es durante periodos de milisegundos. La velocidad a la que pueden generarse imágenes por IRM es al menos diez veces más lenta. Las mediciones por ultrasonido muestran caudales de fluidos inmediatos y que cambian dinámicamente tales como la sangre. Las mediciones por ultrasonido informan poco sobre la anatomía o la morfología de los tejidos en los que se está penetrando. Las mediciones por IRM son estáticas pero muy ricas en

30 información anatómica y morfológica.

35 Una gran ventaja ocurriría si la información fisiológica pudiera derivarse de las mediciones por ultrasonido y por IRM de un tejido. Esto sería particularmente ventajoso para las mediciones del flujo sanguíneo por TCD del tejido cerebral realizadas simultáneamente con las mediciones estructurales por IRM. Un dispositivo y un procedimiento para tomar simultáneamente mediciones por ultrasonido y por IRM, o al menos en una sucesión rápida, del mismo tejido podrían proporcionar colectivamente mucha más información que las mediciones independientes no simultáneas realizadas usando cualquier técnica.

40 Aunque sería ventajoso realizar mediciones sucesivas simultáneas o rápidas de parámetros fisiológicos usando ultrasonido y otras técnicas de formación de imágenes como la IRM, no ha sido posible hasta la fecha. Una razón importante es porque los campos magnéticos fuertes de IRM inducen corrientes en materiales conductores eléctricos. Dichos materiales conductores se usan comúnmente en dispositivos de ultrasonido. Las corrientes interfieren con, y hacen que sea imposible generar y recibir, ondas de ultrasonido para su análisis. Lo que se necesita es un aparato de ultrasonido, en particular un aparato de TCD, que no se vea afectado, o se vea mínimamente afectado, por los campos magnéticos de los sistemas de formación de imágenes tales como los sistemas de IRM, para permitir las mediciones sucesivas simultáneas o rápidas de parámetros fisiológicos para permitir mediciones independientes y

45 dinámicas de procesos fisiológicos. Similarmente, se necesitan procedimientos para medir simultáneamente y de forma sucesiva y rápida parámetros fisiológicos con ultrasonido y con IRM. Dichos procedimientos y aparatos tendrían muchas aplicaciones tales como medir el flujo de sangre durante casos de enfermedad tales como la apoplejía, que está asociada con flujos sanguíneos anormales en el cerebro.

50 El documento WO9502361A1 divulga un dispositivo de ultrasonido Doppler para medir el flujo de sangre en ciertas ubicaciones en un árbol arterial, que tiene un sistema de IRM que tiene un campo magnético fuerte y una sonda ultrasónica que está protegida para permitir la operación en el campo RF de un sistema de IRM. El conductor/cable triaxial está conectado a los transductores en la sonda, un monitor está conectado al conductor/cable triaxial, el monitor que tiene la protección, en el que la protección permite la operación del monitor en el campo magnético fuerte en/cerca del sistema de IRM.

**Sumario de la invención**

55 Se sabe en la técnica que las sondas de transductor ultrasónicas para generar, transmitir y recibir ondas ultrasónicas

están formadas de materiales magnéticos que incluyen una bobina para amplificar la señal ultrasónica reflejada recibida por la sonda. Convencionalmente, dentro del elemento hay un cristal que vibra para producir las ondas ultrasónicas, siendo el cristal adyacente o casi adyacente a la bobina amplificadora necesaria para amplificar las señales para su procesamiento. Sin embargo, colocar dicha sonda dentro del campo magnético de un sistema de formación de imágenes magnético tal como un escáner de IRM da como resultado la inducción de corrientes eléctricas en las bobinas por el campo magnético del sistema de formación de imágenes, siendo el resultado que la sonda ultrasónica no pueda usarse para generar y recibir señales ultrasónicas significativas. Sorprendentemente, la invención proporciona que el amplificador de señales ultrasónicas recibidas pueda separarse espacialmente del cristal generador de ultrasonido, en el exterior del campo magnético fuerte del sistema de formación de imágenes, pero en comunicación eléctrica con un conector conductor adecuado de modo que puede amplificarse la señal ultrasónica recibida y procesarse adicionalmente en el exterior del campo magnético. El resultado es que las señales ultrasónicas representativas de procesos fisiológicos pueden medirse en rápida sucesión con la operación del sistema de formación de imágenes magnéticas, a pesar de la presencia del elemento de ultrasonido dentro del campo magnético del sistema de formación de imágenes magnéticas.

La invención proporciona de forma más ventajosa un aparato y procedimientos para medir las señales ultrasónicas y las modalidades de formación de imágenes magnéticas. En un aspecto, la invención proporciona de la forma más ventajosa un aparato para realizar mediciones por ultrasonido Doppler transcraneal del flujo de la sangre en un sujeto ubicado en un dispositivo de formación de imágenes (10) que tiene un campo magnético fuerte (3), que incluye: al menos un elemento de ultrasonido (4) para generar ondas ultrasónicas dentro de un intervalo de frecuencia de 1 MHz a 4 MHz, teniendo dicho elemento partes magnéticas mínimas; medios de comunicación de señales eléctricas (6) en comunicación con al menos un elemento de ultrasonido (4); medios amplificadores de señales eléctricas (7) en comunicación con al menos un elemento de ultrasonido (4) a través de los medios de comunicación de señales eléctricas (6); un dispositivo de formación de imágenes (10) que tiene un campo magnético fuerte (3); una barrera de campo magnético (8) para proteger de forma magnética los medios amplificadores de señales (7) del campo magnético fuerte (3) del dispositivo de formación de imágenes (10); y un aparato de procesamiento y análisis de señales ultrasónicas ubicado en el exterior del campo magnético y separado espacialmente de los medios amplificadores de señales (7), el aparato de procesamiento y análisis de señales ultrasónicas configurado para recibir señales eléctricas de los medios amplificadores de señales eléctricas (7).

Preferentemente, la sonda ultrasónica produce ondas ultrasónicas en el intervalo de frecuencias de 2,0 MHz a 2,5 MHz. Preferentemente, el elemento de ultrasonido no incluye ningún componente electrónico. Preferentemente, el aparato contiene partes ferromagnéticas mínimas en el elemento de ultrasonido. El elemento de ultrasonido puede incluir partes conductoras formadas de materiales de carbono. Otros modos de realización incluyen partes en el elemento de ultrasonido que están formadas de sustancias que minimizan los accidentes o la distorsión a la imagen de la modalidad de imagen y al procesamiento de análisis. Los elementos para adquirir y analizar las ondas ultrasónicas pueden ubicarse en compartimientos independientes del dispositivo de formación de imágenes en el que la barrera de campo magnético es la pared de un recinto. Preferentemente, el aparato incluye una cinta para la cabeza para colocar al menos un elemento de ultrasonido para tomar mediciones por ultrasonido. Preferentemente, la cinta para la cabeza está formada de un material o materiales no magnéticos. Preferentemente, el dispositivo de formación de imágenes espaciales es cualquiera de un escáner de IRM, de un escáner TEP o de un escáner TAC.

De acuerdo con un segundo aspecto, se proporciona un procedimiento para realizar mediciones de formación de imágenes por ultrasonido Doppler transcraneal usando aparatos de ultrasonido dentro del campo magnético (3) de un dispositivo de formación de imágenes espaciales (10) que tiene un campo magnético (3) sucesivamente con la realización de imágenes espaciales magnéticas con el dispositivo de formación de imágenes espaciales (10), incluyendo el procedimiento las etapas de: colocar al menos un elemento de ultrasonido no magnético (4) adyacente a un sujeto (1) para realizar una medición por ultrasonido; establecer comunicación eléctrica con al menos un elemento de ultrasonido no magnético (4) con un preamplificador de señales ultrasónicas (7); que aísla de forma magnética el campo magnético del dispositivo de formación de imágenes espaciales (10) de dichos medios preamplificadores de señales (7); establecer comunicación eléctrica entre el preamplificador de señales ultrasónicas (7) y un aparato de procesamiento y análisis de señales ultrasónicas ubicado en el exterior del campo magnético y separado espacialmente de los medios amplificadores de señales eléctricas (7); operar al menos un elemento de ultrasonido (4) para producir ondas ultrasónicas dentro de un intervalo de frecuencia de 1 MHz a 4 MHz; operar el aparato de procesamiento y análisis de señales ultrasónicas para crear una señal fisiológica de flujo de sangre en el sujeto (1); interrumpir la operación del elemento de ultrasonido (4) y el aparato de procesamiento y análisis de señales ultrasónicas; y operar el dispositivo de formación de imágenes espaciales (10) para grabar una imagen durante dicha interrupción. Preferentemente, las ondas ultrasónicas se dirigen hacia la cabeza de un sujeto.

#### Breve descripción de las figuras

La Figura 1 muestra un diagrama de los elementos de la invención.

La Figura 2 muestra un modo de realización de elementos de ultrasonido no magnéticos para su uso en campos magnéticos.

La Figura 3 muestra una vista lateral de un elemento de ultrasonido no magnético sostenido en su lugar con una cinta

no magnética para su uso en campos magnéticos.

La Figura 4 muestra una vista frontal de dos elementos de ultrasonido no magnéticos sostenidos en su lugar con una cinta no magnética para su uso en campos magnéticos.

#### Descripción detallada de las figuras y de los modos de realización más preferidos

5 La invención se entenderá más fácilmente con referencia a las figuras adjuntas. La Figura 1 muestra un modo de realización de la invención, que incluye los elementos necesarios para adquirir señales ultrasónicas e información de formación de imágenes espaciales usando campos magnéticos fuertes. Se entenderá que son posibles otros modos de realización de la invención y que el alcance de la invención no se limita a los modos de realización descritos en el presente documento. En la Figura 1 se muestra un sujeto 1 en una posición prona en una mesa 2 dentro del campo magnético 3 de un dispositivo de formación de imágenes espaciales 10. El dispositivo de formación de imágenes espaciales puede ser cualquier dispositivo de formación de imágenes espaciales adecuado que tenga un campo magnético. Preferentemente, el dispositivo de formación de imágenes espaciales es un dispositivo de IRM. Otros dispositivos de formación de imágenes espaciales tales como dispositivos de TEP o de TAC son adecuados para practicar la invención. Un elemento de ultrasonido 4 se acopla con una cinta 5 que, a su vez, se acopla con la cabeza 5 del sujeto 1. Solo se muestra un elemento de ultrasonido en la Figura 1, pero es posible que pueda usarse más de un elemento en la práctica de la invención. En comunicación eléctrica con el elemento de ultrasonido 4, existe un cable conductor 6 que comunica señales a un preamplificador 7 que se ubica en el lado de una barrera o capa protectora del campo magnético 8 enfrente del campo magnético 3. La barrera del campo magnético 8 opera para proteger el preamplificador 7 de la interferencia eléctrica causada por la inducción de corriente en el preamplificador y en el cable conductor 6. El cable conductor 6 atraviesa una segunda barrera del campo magnético 9, que protege el dispositivo de análisis de señales ultrasónicas de la interferencia causada por el campo magnético fuerte 3. Es posible poner en práctica la invención sin una segunda barrera del campo magnético. Preferentemente, existen dos barreras del campo magnético como se muestra en la Figura 1. Preferentemente, el dispositivo de análisis de señales ultrasónicas es una Doppler-Box. La disposición de los elementos descritos en el presente documento permite que se realice una medición por ultrasonido con la cooperación de los elementos de ultrasonido dentro y fuera del campo magnético 3 en un punto en el tiempo. En puntos alternos en el tiempo, se detiene la operación del equipo de ultrasonido y pueden realizarse imágenes espaciales del sujeto con el dispositivo de formación de imágenes espaciales.

La invención se realiza mejor cuando la distancia entre el cristal transductor del elemento de ultrasonido 4 y el preamplificador es lo más corta posible para garantizar que pueden adquirirse las señales ultrasónicas medibles adecuadamente. Esto se logra colocando el preamplificador 7 en la zona protegida en el lado protegido de la capa protectora del campo magnético 7 cerca del tejido de interés con un conector para el elemento. Esto se logra mejor con los elementos de ultrasonido 4 que tienen cables conductores largos 6.

El aparato de la invención incluye elementos de ultrasonido que pueden separarse espacialmente del aparato de procesamiento y análisis de señales ultrasónicas, que incluye preferentemente ubicarlos en habitaciones independientes para minimizar la interferencia del campo magnético del sistema de formación de imágenes magnéticas, en el que la capa protectora del campo magnético es una pared de un recinto tal como una habitación. Esto se muestra en la Figura 1 con la capa protectora magnética 9. En un modo de realización de la invención, usando una Doppler-Box de ultrasonido, es también posible ubicar la Doppler-Box de ultrasonido cerca del dispositivo de formación de imágenes espaciales.

Puede usarse cualquier elemento de ultrasonido adecuado. Preferentemente, los elementos de ultrasonido son sondas que producen ondas ultrasónicas dentro del intervalo de frecuencias de 1 MHz a 3 MHz. Más preferentemente, los elementos de ultrasonido son sondas ultrasónicas de 2 MHz a 2,5 MHz. La Figura 2 muestra un modo de realización de un elemento de ultrasonido 4 adecuado. Preferentemente, el elemento 4 no contiene ningún elemento electrónico dentro.

La Figura 3 muestra una vista lateral de la cabeza de un sujeto 1 con una cinta para la cabeza 5 para la sonicación por ultrasonido acoplada con un elemento de ultrasonido 4 fijo en su posición por la sonicación. Preferentemente, todas las partes de la cinta para la cabeza 5 se construyen de materiales no magnéticos.

La Figura 4 muestra una vista frontal de la cabeza de un sujeto 1 con un modo de realización alternativo de la invención con un elemento de ultrasonido 4 en cada lado de la cabeza del sujeto. Un cable conductor 6 en comunicación conductora con el elemento de ultrasonido lleva las señales de cada uno de los elementos de ultrasonido.

Se entenderá que la invención no se limita a combinar un aparato de ultrasonido con un aparato de IRM, sino que incluye también un aparato para otros dispositivos de formación de imágenes espaciales que incluyen campos magnéticos fuertes tales como los que implementan TAC y TEP.

**REIVINDICACIONES**

1. Aparato para hacer mediciones por ultrasonido Doppler transcraneal del flujo de sangre en un sujeto ubicado en un dispositivo de formación de imágenes (10) que tiene un campo magnético fuerte (3), que incluye:
- 5 al menos un elemento de ultrasonido (4) para generar ondas ultrasónicas dentro de un intervalo de frecuencia de 1 MHz a 4 MHz, teniendo al menos dicho elemento de ultrasonido partes magnéticas mínimas;
- medios de comunicación de señales eléctricas (6) en comunicación con al menos un elemento de ultrasonido (4);
- medios amplificadores de señales eléctricas (7) en comunicación con al menos un elemento de ultrasonido (4) a través de los medios de comunicación de señales eléctricas (6);
- 10 el dispositivo de formación de imágenes (10) que tiene el campo magnético fuerte (3); una barrera del campo magnético (8) para proteger de forma magnética los medios amplificadores de señales eléctricas (7) del campo magnético fuerte (3) del dispositivo de formación de imágenes (10); y
- 15 un aparato de procesamiento y análisis de señales ultrasónicas ubicado en el exterior del campo magnético, y separado espacialmente de los medios amplificadores de señales eléctricas (7), el aparato de procesamiento y análisis de señales ultrasónicas configurado para recibir señales eléctricas de los medios amplificadores de señales eléctricas (7).
2. El aparato de la reivindicación 1, en el que al menos un
- 20 elemento de ultrasonido (4) es una sonda ultrasónica para producir ondas ultrasónicas en el intervalo de frecuencia de 2,0 MHz a 2,5 MHz.
3. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en el que al menos un elemento de ultrasonido (4) no incluye ningún componente electrónico.
- 25 4. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3 que comprende además una cinta para la cabeza (5) para colocar al menos un elemento de ultrasonido (4) para tomar las mediciones por ultrasonido.
- 30 5. El aparato de la reivindicación 4 en el que dicha cinta para la cabeza (5) está formada de un material o materiales no magnéticos.
6. El aparato de una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5 en el que las partes conductoras de al menos un elemento de ultrasonido (4) están formadas de materiales de carbono.
- 35 7. El aparato de cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6 en el que dicho dispositivo de formación de imágenes (10) es cualquiera de un escáner de IRM, de un escáner de TEP o de un escáner de TAC.
8. Un procedimiento para realizar mediciones de formación de imágenes por ultrasonido Doppler transcraneal usando aparatos de ultrasonido dentro del campo magnético (3) de un dispositivo de formación de imágenes espaciales (10) que tiene un campo magnético (3) sucesivamente con la realización de imágenes espaciales magnéticas con el dispositivo de formación de imágenes espaciales (10), incluyendo el procedimiento las etapas de:
- 40

- colocar al menos un elemento de ultrasonido no magnético (4) adyacente a un sujeto (1) para hacer una medición por ultrasonido;
- establecer comunicación eléctrica de al menos un elemento de ultrasonido no magnético (4) con un preamplificador de señales ultrasónicas (7);
- 5 aislar de forma magnética el campo magnético del dispositivo de formación de imágenes espaciales (10) a partir de dichos medios preamplificadores de señales (7);
- establecer comunicación eléctrica entre el preamplificador de señales ultrasónicas (7) y un aparato de procesamiento y análisis de señales ultrasónicas ubicado
- 10 en el exterior del campo magnético y separado espacialmente de los medios amplificadores de señales eléctricas (7);
- operar al menos un elemento de ultrasonido no magnético (4) para producir ondas ultrasónicas dentro de un intervalo de frecuencia de 1 MHz a 4 MHz;
- 15 operar el aparato de procesamiento y análisis de señales ultrasónicas para crear una señal fisiológica del flujo de sangre en el sujeto (1);
- interrumpir la operación del al menos un elemento de ultrasonido no magnético (4) y el aparato de procesamiento y análisis de señales ultrasónicas; y
- 20 operar el dispositivo de formación de imágenes espaciales (10) para grabar una imagen durante dicha interrupción.
9. El procedimiento de la reivindicación 8 en el que el intervalo de frecuencia de la onda ultrasónica es de 2,0 MHz a 2,5 MHz.
10. El procedimiento de la reivindicación 8 o de la reivindicación 9 en el que las ondas ultrasónicas se dirigen hacia la
- 25 cabeza del sujeto.

Figura 1

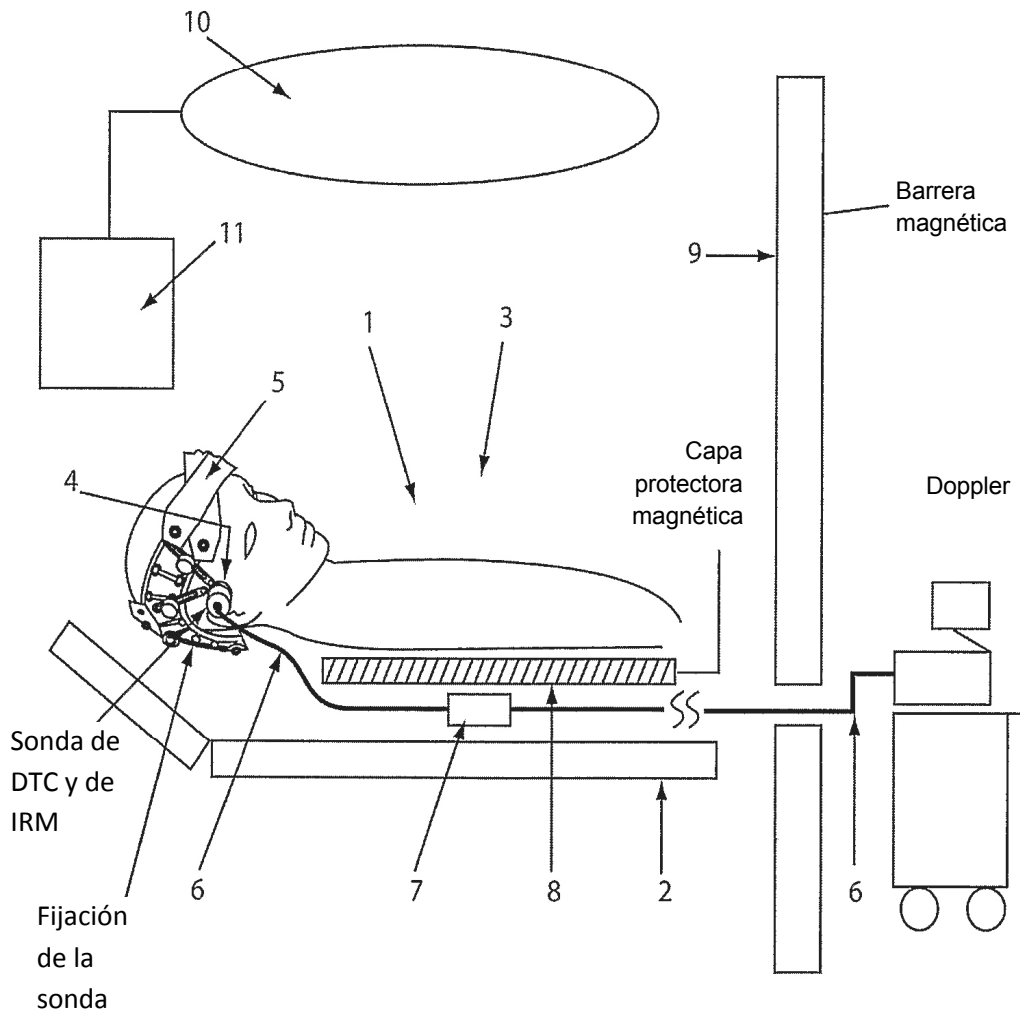


Figura 2

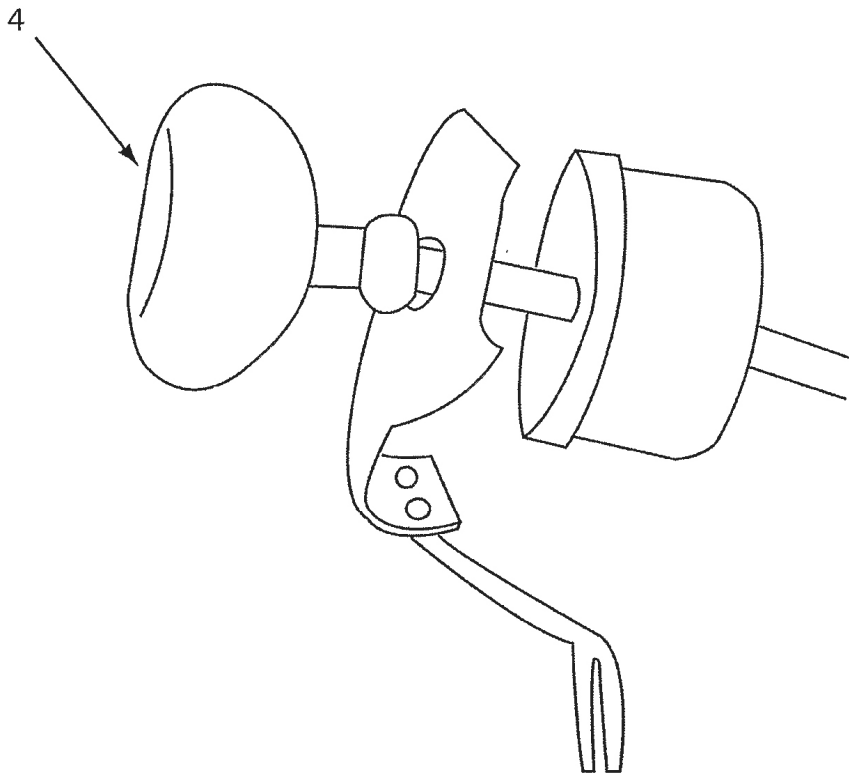




Figura 3

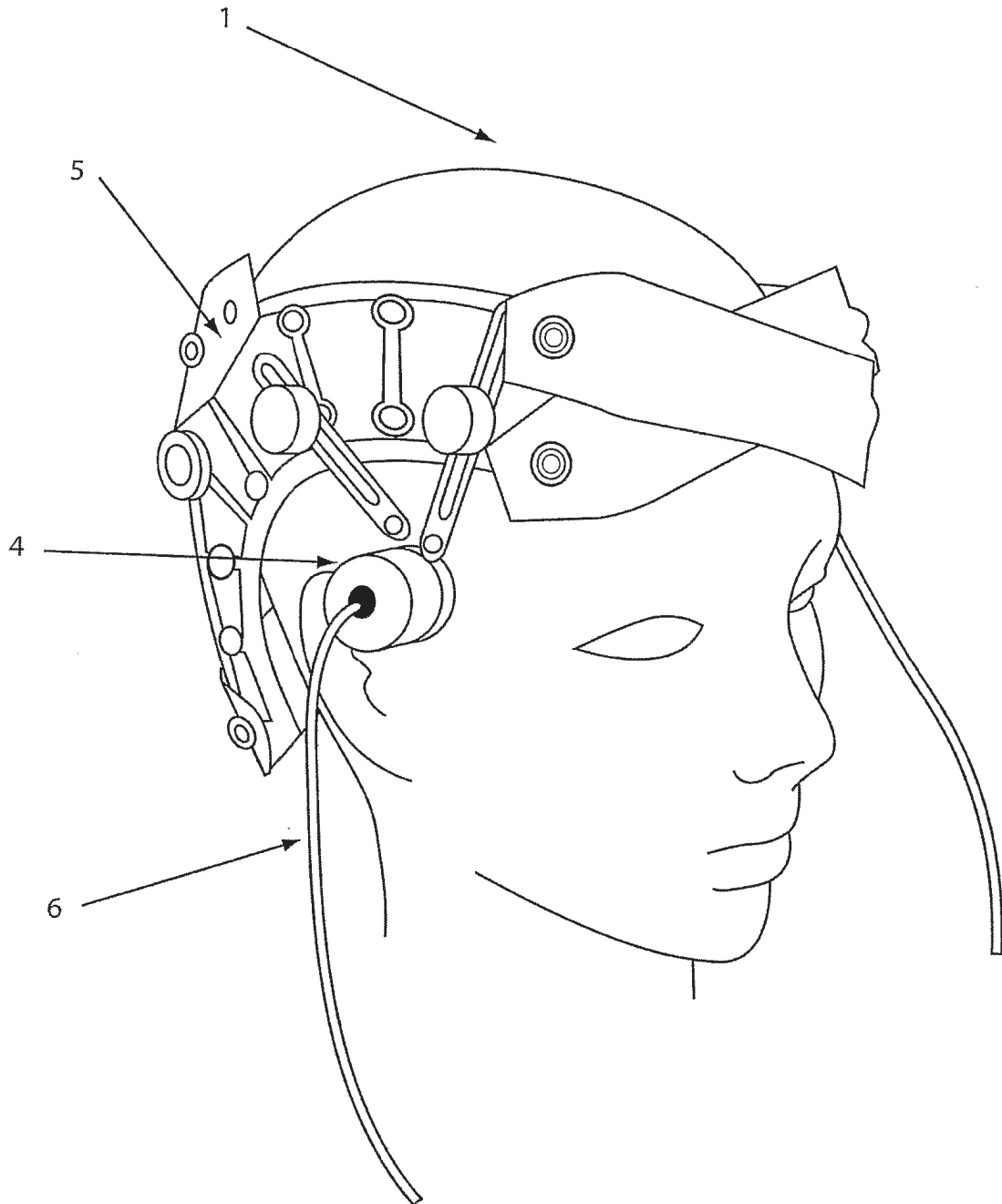


Figura 4

