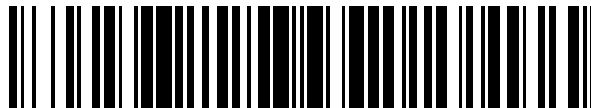


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 760 959**

51 Int. Cl.:

**A61N 5/06**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **07.12.2016 PCT/FR2016/053248**

87 Fecha y número de publicación internacional: **22.06.2017 WO17103380**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.12.2016 E 16825460 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.09.2019 EP 3389779**

54 Título: **Dispositivo implantable para la estimulación óptica del cerebro**

30 Prioridad:

**17.12.2015 FR 1562698**

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

**18.05.2020**

73 Titular/es:

**COMMISSARIAT À L'ENERGIE ATOMIQUE ET  
AUX ENERGIES ALTERNATIVES (100.0%)  
Bâtiment "Le Ponant D", 25, rue Leblanc  
75015 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**CHABROL, CLAUDE y  
BENABID, ALIM-LOUIS**

74 Agente/Representante:

**SUGRAÑES MOLINÉ, Pedro**

ES 2 760 959 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 implantable para la estimulación óptica del cerebro

### 5 **Campo**

La presente solicitud se refiere al campo de los dispositivos implantables para la estimulación, por irradiación óptica, de órganos del cuerpo humano o animal y, en particular, para la estimulación óptica profunda del cerebro.

### 10 **Exposición de la técnica anterior**

La estimulación cerebral profunda ("deep brain stimulation" en inglés) es una técnica terapéutica que incluye la implantación en el cerebro de un paciente de un dispositivo que permite estimular unas partes específicas del cerebro. En concreto, se han propuesto unos tratamientos de ciertas disfunciones neuronales, en entre las que están la enfermedad de Parkinson, por irradiación óptica de partes del cerebro con una fuente de luz que emite en el campo del infrarrojo.

Ya se han propuesto unos dispositivos implantables que permiten implementar unos tratamientos por irradiación óptica profunda del cerebro por medio de una fibra óptica introducida en el cerebro del paciente, por medio de la que luz que proviene de una fuente de luz colocada en el exterior del cerebro es guiada hacia el cerebro. Un ejemplo de un dispositivo de este tipo se describe en la solicitud de patente FR3010321 presentada anteriormente por el solicitante.

Sin embargo, el uso de fibras ópticas presenta unas limitaciones. En particular, una fibra óptica no permite iluminar más que una superficie relativamente restringida del cerebro, debido a la fuerte directividad de la luz que proyecta en su salida. Además, las pérdidas de acoplamiento en la fibra óptica obligan a usar una fuente luminosa adaptada (por ejemplo, láser, preferentemente de LED), lo que se traduce en un consumo eléctrico relativamente elevado del dispositivo.

Otro ejemplo de dispositivo implantable que permite implementar unos tratamientos por irradiación óptica se describe en el documento US5782896.

Sería deseable poder disponer de un dispositivo para la irradiación óptica profunda del cerebro, que palíe este dispositivo todo o parte de los inconvenientes de los dispositivos conocidos.

### 35 **Resumen**

La invención se define en las reivindicaciones anexas. De este modo, un modo de realización prevé un dispositivo implantable para la estimulación óptica de un órgano del cuerpo humano o animal, que incluye una sonda que comprende un tubo de un primer material transparente, estando este tubo cerrado herméticamente por al menos un tapón; al menos una fuente luminosa dispuesta en el interior del tubo; una pluralidad de elementos de conexión eléctrica que atraviesan el tapón y que unen eléctricamente dicha al menos una fuente luminosa al exterior del tubo; y un cable de unión dispuesto en el exterior del tubo, conectado a dichos elementos de conexión.

Según un modo de realización, el dispositivo incluye, además, una funda de un segundo material transparente que reviste el tubo y el cable.

Según un modo de realización, el segundo material es un material elastomérico.

Según un modo de realización, el primer material es zafiro o sílice.

Según un modo de realización, la sonda tiene una forma longilínea, estando el tubo situado en un primer extremo de la sonda y el cable de unión que une la fuente luminosa en un segundo extremo de la sonda opuesto al primer extremo.

Según un modo de realización, el dispositivo incluye, además, un módulo de alimentación y de control unido eléctricamente a la fuente luminosa por medio del cable de unión.

Según un modo de realización, la fuente luminosa comprende uno o varios diodos electroluminiscentes.

Según un modo de realización, el dispositivo incluye, además, un sensor adaptado para detectar una eventual fuga en el tubo.

Según un modo de realización, el sensor comprende un diodo electroluminiscente orgánico situado en el interior del tubo.

Según un modo de realización, el sensor comprende, además, un circuito de medición de una magnitud representativa de la impedancia del diodo electroluminiscente orgánico y/o del rendimiento luminoso del diodo electroluminiscente

orgánico.

Según un modo de realización, un material de relleno transparente está dispuesto en el interior del tubo.

- 5 Según un modo de realización, la sonda comprende, además, unos electrodos adaptados para la implementación de una estimulación eléctrica de un órgano del cuerpo humano o animal.

**Breve descripción de los dibujos**

- 10 Estas características y ventajas, así como otras, se expondrán en detalle en la siguiente descripción de modos de realización particulares hecha a título no limitativo en relación con las figuras adjuntas de entre las que:

la figura 1 es una representación esquemática de un ejemplo de un modo de realización de un dispositivo implantable para la irradiación óptica del cerebro;

- 15 la figura 2 ilustra más en detalle una parte del dispositivo de la figura 1; y

la figura 3 representa una variante de realización del dispositivo descrito en relación con las figuras 1 y 2.

**Descripción detallada**

- 20 Se han designado unos mismos elementos por unas mismas referencias en las diferentes figuras y, además, las diversas figuras no están dibujadas a escala. En aras de la claridad, solo se han representado y se detallan los elementos que son útiles para la comprensión de los modos de realización descritos. Salvo precisión contraria, las expresiones "aproximadamente", "sustancialmente" y "del orden de" significan con un 10 % de aproximación, preferentemente con un 5 % de aproximación.

- 25 La figura 1 es una representación esquemática de un ejemplo de un modo de realización de un dispositivo implantable para la irradiación óptica del cerebro. Este dispositivo incluye una sonda 101 de forma longilínea, cuyo un primer extremo o extremo distal 101a está destinado a ser implantado en el interior del cerebro frente a una parte del cerebro que se desea estimular. La sonda 101 tiene, por ejemplo, la forma general de una varilla, por ejemplo, una varilla de sección circular. La sonda 101 tiene, por ejemplo, la forma general y las dimensiones de una sonda de tipo DBS (del inglés "Deep Brain Stimulation", "Estimulación Cerebral Profunda"), herramienta usada comúnmente en el campo de las implantaciones intracerebrales. A título de ejemplo, el ancho de la sonda 101 (es decir, su diámetro en el caso de una varilla de sección circular) está comprendido entre 0,5 y 5 mm y preferentemente entre 1,3 y 2,5 mm y su longitud está comprendida entre 5 cm y 1 m y preferentemente entre 15 y 30 cm. La sonda 101 es preferentemente blanda o flexible para limitar los riesgos de lesión/deterioro de los tejidos. En la práctica, se puede usar una herramienta rígida para la colocación quirúrgica de la sonda. La sonda 101 comprende, en el lado de su extremo distal 101a, una fuente luminosa 103 adaptada para irradiar unas porciones del cerebro situadas frente al extremo distal de la sonda. La sonda 101 comprende, además, un cable de unión (cable 225 de las figuras 2 y 3, no visible en la figura 1) que une eléctricamente la fuente luminosa 103 a un segundo extremo o extremo proximal 101b de la sonda.

- 40 El dispositivo de la figura 1 comprende, además, un módulo 105 de alimentación y de mando de la fuente luminosa 103, que incluye, por ejemplo, una batería eléctrica y un circuito de control adaptado para mandar la fuente luminosa 103 para implementar unas estimulaciones deseadas del cerebro. En el ejemplo representado, el dispositivo incluye, además, un cable 107 que une el módulo 105 al extremo proximal 101b de la sonda 101. De manera más particular, el extremo del cable 107 opuesto al módulo 105 está acoplado o conectado eléctricamente al extremo proximal de la sonda 101, para permitir que el módulo 105 alimente y mande la fuente 103.

- 50 En la práctica, para minimizar los riesgos para el paciente, solo la sonda 101 está efectivamente implantada en el cerebro del paciente, manteniéndose los otros elementos del dispositivo en el exterior del cerebro durante toda la duración del tratamiento. A título de ejemplo, los elementos del dispositivo de la figura 1 que no sean la sonda 101 pueden implantarse en otras partes del cuerpo del paciente. El módulo de alimentación y de control 105 puede, por ejemplo, implantarse al nivel del tórax del paciente. El acoplamiento entre el cable 107 y la sonda 101 es preferentemente desprendible o amovible de forma que se pueden efectuar ciertas operaciones de mantenimiento del módulo 105 o del cable 107 sin tener que extraer la sonda 101 del cerebro del paciente. En el ejemplo representado, el acoplamiento entre el cable 107 y la sonda 101 se efectúa por medio de un conector 109, incluyendo este conector una parte 109<sub>1</sub> montada solidaria con el cable 107 y una parte 109<sub>2</sub> montada solidaria con la sonda 101. Las partes 109<sub>1</sub> y 109<sub>2</sub> del conector 109 están adaptadas para cooperar de manera desprendible o amovible para establecer una conexión eléctrica entre el cable 107 y el cable de unión de la sonda 101. El conector 109 puede, por ejemplo, implantarse debajo del cuero cabelludo o en un alojamiento previamente fresado en la caja craneal del paciente.

- 60 La figura 2 representa más en detalle un ejemplo de realización de la sonda 101 del dispositivo de la figura 1. La figura 2 representa de manera más particular la parte distal de la sonda 101.

- 65 La sonda 101 incluye, en el lado de su extremo distal 101a, un tubo 201 de un material biocompatible transparente, por ejemplo, zafiro o sílice, en el interior del que está dispuesta la fuente luminosa 103. El tubo 201 presenta, por ejemplo, una sección circular. A título de ejemplo, el ancho del tubo 201 (es decir, su diámetro en el caso de un tubo

de sección circular) está comprendido entre 1 y 2 mm y su longitud está comprendida entre 1 y 10 mm. El tubo 201 está dispuesto, por ejemplo, de forma que su eje central longitudinal coincide sustancialmente con el eje central longitudinal de la sonda. El tubo 201 puede estar realizado de un material rígido, por ejemplo, un material que presenta un módulo de Young superior a 10 GPa. El tubo transparente 201 está cerrado herméticamente en sus extremos por unos tapones 203 y 205. Los tapones 203 y 205 son, por ejemplo (pero no necesariamente) transparentes. El tapón 203 puede integrarse en el tubo 201 para formar una sola pieza con el tubo 201. A título de ejemplo, los tapones 203 y 205 son del mismo material biocompatible transparente que el tubo 201 de forma que se facilita el ensamblaje, por ejemplo, por soldadura láser o soldadura fuerte metálica. En el ejemplo representado, el tapón 203 está girado hacia la parte distal 101a de la sonda y el tapón 205 está girado hacia la parte proximal 101b de la sonda. El tapón 203 está fijado herméticamente sobre toda su periferia en un primer extremo del tubo 201, por ejemplo, por soldadura o por una soldadura fuerte hermética biocompatible 207, por ejemplo, una soldadura fuerte con oro. El tapón 205 está fijado herméticamente sobre toda su periferia en el extremo opuesto del tubo 201, por ejemplo, por soldadura o por una soldadura fuerte hermética biocompatible 209, por ejemplo, una soldadura fuerte con oro. La fijación de los tapones 203 y 205 en los extremos del tubo 201 se realiza, por ejemplo, por soldadura termosónica o por termocompresión. Estos métodos presentan la ventaja de poder realizarse a temperatura relativamente baja, por ejemplo, a una temperatura inferior a 200 °C, lo que permite no dañar los componentes colocados en el interior del tubo 201. A título de variante, la fijación de los tapones 203 y 205 en los extremos del tubo 201 se hace por soldadura láser a través del material y sin aporte de materia. Una vez colocados los tapones 203 y 205, el conjunto que comprende el tubo 201 y los tapones 203 y 205 forma una carcasa hermética adaptada para aislar el conjunto de los componentes no biocompatibles que contiene, por ejemplo, una carcasa que presenta una tasa de fuga al helio inferior a  $10^{-6}$  atm.cm<sup>3</sup>/s y preferentemente inferior a  $10^{-8}$  atm.cm<sup>3</sup>/s, con 1 atm = 101.325 Pa. A título de ejemplo, la carcasa está cerrada bajo atmósfera neutra (sin oxígeno), por ejemplo, bajo argón.

Previamente al cierre hermético del tubo 201, la fuente luminosa 103 de la sonda está dispuesta en el interior del tubo 201. La fuente luminosa comprende uno o varios emisores de luz 211. Los emisores 211 pueden ser unos diodos láser, por ejemplo, unos diodos láser de cavidad vertical de emisión por la superficie (VCSEL), unos diodos electroluminiscentes (LED), por ejemplo, unos diodos electroluminiscentes orgánicos (OLED) o cualesquiera otras fuentes luminosas adaptadas. En el ejemplo representado, los emisores 211 están montados sobre un soporte 213, por ejemplo, una tarjeta de circuito impreso. Los emisores 211 pueden estar dispuestos, por ejemplo, sobre una misma cara de una tarjeta de circuito impreso o sobre las dos caras opuestas de una tarjeta de circuito impreso, como se representa esto en la figura 2. Los emisores 211 pueden ser idénticos o similares y se pueden mandar simultáneamente. A título de variante, la fuente de luz 103 comprende unos emisores 211 que presentan unas propiedades distintas, por ejemplo, unas bandas de longitudes de ondas de emisión distintas. Además, los emisores 211 de la fuente de luz 103 se pueden mandar individualmente. A título de ejemplo, la fuente de luz 103 comprende unos emisores 211 adaptados para emitir en una banda de longitudes de ondas comprendida en el rango que va de 650 a 1.100 nm. De manera más general, se puede prever cualquier otra gama de longitudes de ondas de emisión, por ejemplo, la gama que va de 400 a 650 nm para unas aplicaciones de optogenética.

La sonda 101 puede incluir, además, en el interior del tubo 201, un sensor 215 adaptado para vigilar la hermeticidad de la carcasa formada por el tubo 201 y los tapones 203 y 205. En el ejemplo representado, el sensor 215 está montado sobre el mismo soporte 213 que los emisores 211 de la fuente luminosa 103. El sensor de hermeticidad 215 comprende, por ejemplo, un sensor de la presión interna del tubo 201 o un sensor de la tasa de humedad en el interior del tubo 201.

A título de variante, el sensor 215 comprende uno o varios diodos electroluminiscentes orgánicos (OLED). De hecho, se conoce que los diodos electroluminiscentes orgánicos ven que sus prestaciones se degradan en presencia de humedad o de oxígeno. En este ejemplo, se prevé medir unas características de uno o varios diodos electroluminiscentes orgánicos para detectar la eventual presencia de oxígeno o de humedad en unas proporciones anormales en el interior de la carcasa formada por el tubo 201 y los tapones 203 y 205 y deducir de ello la presencia de una fuga en la carcasa. En particular, en presencia de humedad o de oxígeno, el rendimiento luminoso de un diodo electroluminiscente orgánico decrece relativamente de manera rápida. De este modo, el sensor 215 puede incluir un diodo electroluminiscente orgánico y un sensor fotosensible adaptado para medir la intensidad luminosa emitida por este diodo. El módulo de alimentación y de mando 105 puede, entonces, estar adaptado, a partir de las mediciones proporcionadas por el sensor fotosensible, para detectar una eventual fuga en la carcasa formada por el tubo 201 y los tapones 203 y 205. Además, se conoce que la impedancia de un diodo electroluminiscente orgánico aumenta relativamente de manera rápida en presencia de humedad o de oxígeno. De este modo, el sensor 215 puede incluir un diodo electroluminiscente orgánico, estando el módulo 105 adaptado para medir la impedancia de este diodo y para detectar, a partir de las mediciones de impedancia realizadas, una eventual fuga en la carcasa formada por el tubo 201 y los tapones 203 y 205. Se anotará que en el caso en que el sensor 215 comprende un diodo electroluminiscente orgánico, este diodo se puede usar no solamente para la vigilancia de estanquidad de la carcasa formada por el tubo 201 y los tapones 203 y 205, sino también como emisor de luz para la irradiación óptica del cerebro del paciente. En el caso en que el sensor 215 comprende un sensor fotosensible, este último se puede usar, además, para vigilar las señales luminosas de irradiación emitidas por los emisores 211.

Cuando el módulo 105 detecta, a partir de las mediciones proporcionadas por el sensor 215, una fuga en la carcasa formada por el tubo 201 y los tapones 203 y 205, activa, por ejemplo, una alarma para señalar que la sonda 101 debe

ser reemplazada.

La sonda 101 comprende, además, unos elementos de conexión eléctrica 219 que atraviesan la carcasa formada por el tubo 201 y los tapones 203 y 205 y que unen eléctricamente al exterior de la carcasa los componentes situados en el tubo 201. De manera más particular, la sonda 101 comprende al menos dos elementos de conexión eléctrica 219 aislados unidos respectivamente a un terminal de alimentación positivo y a un terminal de alimentación negativo de la fuente de luz 103. Además, se pueden prever otros elementos de conexión 219 para la alimentación de los componentes situados en el interior del tubo 201 y/o para la comunicación con estos componentes. En el ejemplo representado, cada elemento de conexión eléctrica 219 comprende una varilla conductora que atraviesa de parte a parte el tapón 205 por medio de un agujero o vía perforado en este tapón. Cada una de las vías está cerrada herméticamente por una soldadura fuerte 221 de un material biocompatible, por ejemplo, una soldadura fuerte con oro. La parte exterior de los elementos de conexión 219 puede estar total o parcialmente sumida en una gota de resina 223 depositada sobre la cara exterior del tapón 205, de forma que se refuerza la resistencia mecánica de la zona de interconexión. Los elementos de conexión eléctrica 219 pueden ser de un material conductor biocompatible, por ejemplo, platino iridiado.

La sonda 101 comprende, además, en el exterior del tubo 201, un cable de unión 225 que une eléctricamente los elementos de conexión 219 al extremo proximal 101b de la sonda. El cable 225 comprende una pluralidad de hilos conductores aislados 227 conectados respectivamente a los diferentes elementos de conexión 219. Los hilos 227 pueden estar realizados de un material conductor biocompatible, por ejemplo, de acero inoxidable.

En el ejemplo de la figura 2, la sonda 101 comprende, además, una funda de protección 229 de un material biocompatible transparente que reviste el tubo 201 y el cable de unión 227. La funda 229 es, por ejemplo, de un material elastomérico transparente, por ejemplo, de silicona o de poliuretano. A título de ejemplo, la funda 229 es de material que presenta un módulo de Young comprendido entre 1 y 1.000 MPa de forma que se confiere una cierta flexibilidad a la sonda 101.

Para limitar las reflexiones parásitas de la luz emitida por la fuente 103, las paredes internas del tubo 201 pueden estar revestidas de una capa antirreflejo. A título de variante, un material de relleno transparente de índice adaptado, por ejemplo, un material de índice inferior al del material del tubo 201, por ejemplo, silicona, se puede inyectar en el interior del tubo 201. El material de relleno puede elegirse, en concreto, para que tenga una conductividad térmica superior a la del aire. De este modo, una ventaja suplementaria es que la presencia del material de relleno permite mejorar la disipación del calor producido por la fuente luminosa y, en consecuencia, mejorar la vida útil de los componentes.

Una ventaja del dispositivo descrito en relación con las figuras 1 y 2 reside en el hecho de que permite implementar unas estimulaciones ópticas del cerebro más variadas que con un dispositivo de fibra óptica. En particular, el dispositivo descrito permite irradiar unas superficies más importantes del cerebro que un dispositivo de fibra óptica. Además, la fuente luminosa 103 puede incluir unos emisores 211 que emiten simultáneamente en unas bandas de longitudes de ondas distintas.

Además, la disposición de la fuente luminosa en el extremo distal de la sonda 101, es decir, directamente frente a las regiones para estimular, permite reducir la potencia de la fuente luminosa y las pérdidas por acoplamiento (presentes en el caso de un dispositivo que comprende una fuente remota y una fibra óptica) y, por consiguiente, el consumo eléctrico del dispositivo con respecto a un dispositivo de fibra óptica.

Otra ventaja del dispositivo descrito en relación con las figuras 1 y 2 es que la funda de revestimiento puede estar dispuesta de forma que se confiere a la sonda 101 una forma general y unas propiedades mecánicas similares a las de dispositivos de estimulación cerebral profunda eléctrica existentes o a las de los dispositivos de estimulación cerebral profunda óptica de fibra óptica existentes. De este modo, la implantación de la sonda 101 puede realizarse por medio de herramientas y de técnicas quirúrgicas ya probadas. Además, este sistema sigue siendo compatible con los elementos de control de estimulación estándar y la conectividad asociada.

La figura 3 representa una variante de realización del dispositivo descrito en relación con las figuras 1 y 2. La figura 3 representa, de manera más particular, la parte distal de la sonda 101 del dispositivo.

La sonda 101 de la figura 3 comprende los mismos elementos que la sonda 101 de la figura 2, dispuestos sustancialmente de la misma manera. La sonda 101 de la figura 3 difiere de la sonda 101 de la figura 2 por que incluye, además, al nivel de su parte distal, unos electrodos 301 (cuatro en el ejemplo representado) adaptados para la implementación de una estimulación eléctrica profunda del cerebro. Los electrodos 301 están dispuestos sobre la periferia exterior de la funda 229 y están destinados a colocarse directamente en contacto con los tejidos del cerebro. Los electrodos 301 tienen, por ejemplo, la forma de anillos que rodean la funda 229. Cada electrodo 301 tiene, por ejemplo, un ancho (es decir, una distancia en el eje longitudinal de la sonda 101) comprendido entre 0,5 y 3 mm, por ejemplo, del orden de 1 mm. La distancia (en el eje longitudinal de la sonda 101) entre dos electrodos 301 adyacentes está, por ejemplo, comprendida entre 0,2 y 2 mm, por ejemplo, del orden de 0,5 mm. Los electrodos 301 están, por ejemplo, dispuestos aguas arriba de la sonda con respecto a la fuente luminosa 103. A título de ejemplo, la distancia (en el eje longitudinal de la sonda 101) entre la fuente luminosa 103 y el electrodo 301 más cercano a la fuente

luminosa 103 está comprendida entre 0,5 mm y 1 cm, por ejemplo, del orden de 1 mm. En el ejemplo de la figura 3, el cable de unión 225 que une la parte distal de la sonda 101 a su extremo proximal 101b comprende, además, unos hilos conductores aislados 303 conectados respectivamente a los diferentes electrodos 301.

- 5 En el ejemplo de la figura 3, el módulo de mando 105 (figura 1) del dispositivo está no solamente adaptado para mandar la fuente luminosa 103 para implementar unas estimulaciones ópticas del cerebro, sino que está, además, adaptado para mandar los electrodos 301 (por medio de los hilos conductores 303) para implementar unas estimulaciones eléctricas del cerebro, por ejemplo, simultáneamente a la implementación de las estimulaciones ópticas o alternativamente con las estimulaciones ópticas.
- 10 Se han descrito unos modos de realización particulares. Diversas variantes y modificaciones serán evidentes para el experto en la técnica. En particular, los modos de realización descritos no se limitan a los ejemplos de materiales y de dimensiones mencionados más arriba.
- 15 Además, se ha descrito anteriormente un ejemplo de realización en el que el tubo 101 es un tubo inicialmente abierto en sus dos extremos, usándose unos tapones 203 y 205 para cerrar herméticamente los dos extremos del tubo. A título de variante, el tubo 101 puede estar inicialmente abierto en uno solo de sus extremos, en cuyo caso se puede usar un solo tapón para cerrar el tubo.
- 20 Por otra parte, los modos de realización descritos no se limitan al ejemplo mencionado más arriba de aplicación para la irradiación profunda del cerebro. A título de variante, los dispositivos descritos se pueden usar para la estimulación profunda de órganos del cuerpo humano o animal que no sean el cerebro.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo implantable para la estimulación óptica de un órgano del cuerpo humano o animal, que incluye una sonda (101) que comprende:
- 5 un tubo (201) de un primer material transparente, estando este tubo cerrado herméticamente por al menos un tapón (203, 205);  
al menos una fuente luminosa (103) dispuesta en el interior del tubo (201);  
una pluralidad de elementos de conexión eléctrica (219) que atraviesan el tapón (203; 205) y que unen  
10 eléctricamente dicha al menos una fuente luminosa (103) al exterior del tubo (201);  
un cable de unión (225) dispuesto en el exterior del tubo (201), conectado a dichos elementos de conexión (219);  
**caracterizado por que** el dispositivo comprende un sensor (215) adaptado para detectar una eventual fuga en el tubo (201).
- 15 2. Dispositivo según la reivindicación 1, que incluye, además, una funda (229) de un segundo material transparente que reviste el tubo (201) y el cable (225).
3. Dispositivo según la reivindicación 2, en el que el segundo material es un material elastomérico.
- 20 4. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en el que el primer material es zafiro o sílice.
5. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en el que la sonda (101) tiene una forma longilínea, estando el tubo (201) situado en un primer extremo (101a) de la sonda (101) y el cable de unión (225) que une la fuente luminosa en un segundo extremo (101b) de la sonda (101) opuesto al primer extremo (101a).
- 25 6. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, que incluye, además, un módulo (105) de alimentación y de control unido eléctricamente a la fuente luminosa (103) por medio del cable de unión (225).
7. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, en el que la fuente luminosa (103) comprende uno o varios diodos electroluminiscentes (211).
- 30 8. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, en el que dicho sensor (215) comprende un diodo electroluminiscente orgánico situado en el interior del tubo (201).
- 35 9. Dispositivo según la reivindicación 8, en el que dicho sensor (215) comprende, además, un circuito de medición de una magnitud representativa de la impedancia del diodo electroluminiscente orgánico y/o del rendimiento luminoso del diodo electroluminiscente orgánico.
- 40 10. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9, en el que un material de relleno transparente está dispuesto en el interior del tubo (201).
11. Dispositivo según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 10, en el que la sonda (101) comprende, además, unos electrodos (301) adaptados para la implementación de una estimulación eléctrica de un órgano del cuerpo humano o animal.
- 45

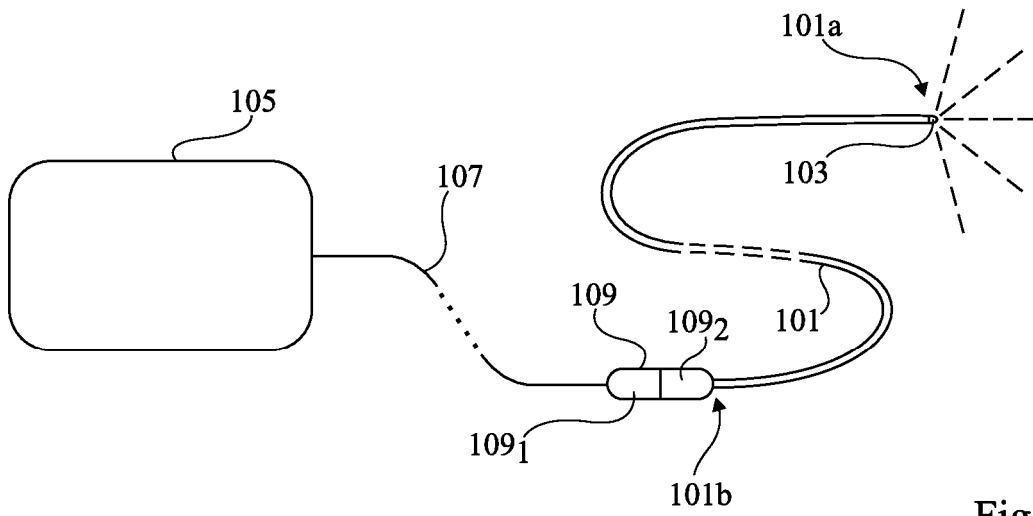


Fig 1

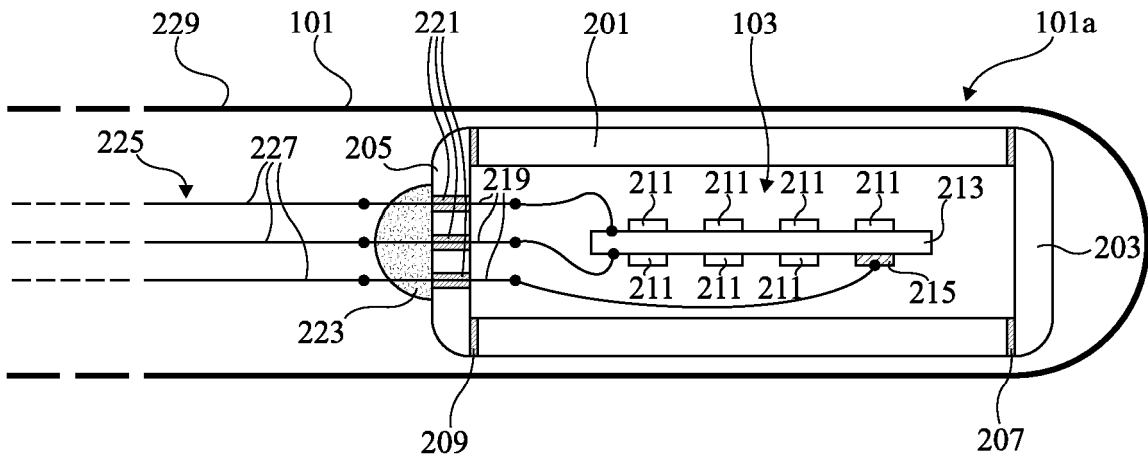


Fig 2

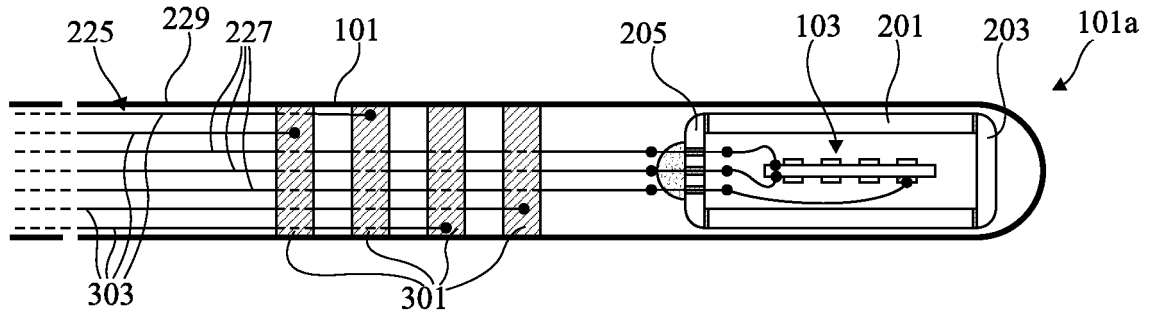


Fig 3