

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 752 018**

51 Int. Cl.:

**A61B 5/00** (2006.01)

**A61B 18/14** (2006.01)

**A61B 1/00** (2006.01)

**A61M 25/00** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.11.2011 E 11189133 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.08.2019 EP 2452618**

54 Título: **Catéter con detección de contacto óptica**

30 Prioridad:

**16.11.2010 US 946910**

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

**02.04.2020**

73 Titular/es:

**BIOSENSE WEBSTER (ISRAEL) LTD. (100.0%)  
4 Hatnufa Street  
2066717 Yokneam, IL**

72 Inventor/es:

**GOVARI, ASSAF;  
EPHRATH, YARON;  
BEECKLER, CHRISTOPHER THOMAS;  
PAPAIANNOU, ATHANASSIOS;  
GARCIA, ARIEL y  
ALTMANN, ANDRES CLAUDIO**

74 Agente/Representante:

**IZQUIERDO BLANCO, María Alicia**

ES 2 752 018 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

Catéter con detección de contacto óptica

## 5 CAMPO DE LA INVENCION

**[0001]** De manera general, la presente invención está relacionada con las sondas invasivas y, más específicamente, está relacionada con una sonda de detección de contacto óptica.

## 10 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

**[0002]** Una amplia gama de procedimientos médicos incluye colocar en el cuerpo diversos objetos como sensores, tubos, catéteres, dispositivos de administración e implantes. Se han propuesto varios tipos de sensores para evaluar o analizar la calidad del contacto entre un catéter y el tejido corporal.

15 **[0003]** Por ejemplo, la calidad del contacto catéter-tejido puede verificarse detectando el contacto físico y/o la proximidad reales entre el catéter y el tejido. La Solicitud de Patente de EE. UU. 12/816,492 describe un catéter con múltiples sensores de contacto ópticos integrados en su extremo distal. Cada sensor de contacto óptico comprende una combinación de al menos un emisor óptico, como un diodo emisor de luz (o LED, por sus siglas en inglés), y al menos un detector óptico respectivo (como un fotodiodo o un fototransistor) que está muy cerca del emisor. A  
20 pequeñas distancias del tejido, el detector óptico detecta la radiación óptica, que es emitida por el emisor óptico y reflejada por el tejido. El detector óptico produce una señal que indica el reflejo -o reflexión- detectado. Cuando el detector de contacto óptico entra en contacto físico con el tejido, la señal aumenta hasta un nivel máximo. Así, la señal que produce el detector óptico indica la calidad del contacto entre el tejido y el extremo distal del catéter. En  
25 EP 2 033 572 A2 también se desvela un sistema similar.

**[0004]** La descripción anterior se ha ofrecido como un resumen general de la técnica relacionada en este campo y no debe entenderse como una aceptación de que cualquier información que contiene constituya un estado de la técnica frente a la presente solicitud de patente.

## 30 RESUMEN DE LA INVENCION

**[0005]** La invención se especifica en las reivindicaciones anexas. Una realización de la presente invención proporciona una sonda médica, que incluye:

35 una funda o vaina biocompatible que tiene un extremo proximal y un extremo distal, y que tiene múltiples ventanas transparentes y paralelas situadas entre el extremo proximal y el extremo distal; y múltiples elementos o componentes funcionales situados en la funda biocompatible.

40 **[0006]** Cada uno de los múltiples elementos o componentes funcionales incluye un sensor de contacto óptico que tiene un emisor óptico, y un detector óptico que está situado muy cerca del emisor óptico. Cada sensor de contacto óptico puede estar configurado para detectar la proximidad del extremo distal con el tejido corporal, y para verificar el contacto entre el extremo distal y el tejido corporal. Cada sensor de contacto óptico mira a su ventana transparente, y los múltiples sensores de contacto ópticos están situados de forma no simétrica respecto a sus ventanas. En una  
45 realización, la sonda incluye uno o más electrodos -dispuestos a lo largo la funda biocompatible- que están diseñados para realizar una ablación, y el sensor de contacto óptico está diseñado para proporcionar una indicación para controlar la ablación. Cada sensor de contacto óptico puede estar diseñado para proporcionar una indicación adicional para evaluar la calidad de la ablación.

50 **[0007]** De acuerdo con una realización de la presente invención, también se proporciona una sonda médica, que incluye:

55 una funda o vaina biocompatible que tiene un extremo proximal y un extremo distal, y que tiene múltiples elementos o componentes transparentes;  
un sustrato dieléctrico que se introduce en la funda biocompatible;  
uno o más componentes electrónicos que están situados en el sustrato dieléctrico; y  
una o más trazas de conducción impresas (también llamadas 'líneas de distribución impresas') que están situadas en el sustrato dieléctrico y están conectadas a cada uno de los -uno o más- componentes electrónicos.

60 **[0008]** Cada elemento transparente incluye una ventana transparente situada entre el extremo proximal y el extremo distal de la funda. En una realización desvelada, cada uno de los -uno o más- componentes electrónicos incluye un sensor de contacto óptico que tiene un emisor óptico, y un detector óptico que está situado muy cerca del emisor óptico. Cada sensor de contacto óptico mira a su ventana transparente. El sustrato dieléctrico puede incluir una  
65 placa de circuito impreso flexible. Los -uno o más- componentes electrónicos pueden estar situados en el lado exterior del sustrato dieléctrico, y las -una o más- líneas de distribución impresas pueden estar situadas en el lado

interior del sustrato dieléctrico.

**[0009]** De acuerdo con una realización de la presente invención, también se proporciona un método, que incluye:

- 5           incorporar múltiples ventanas paralelas y transparentes entre el extremo proximal y el extremo distal de una funda biocompatible; y  
colocar o posicionar múltiples elementos funcionales en la funda biocompatible.

**[0010]** De acuerdo con una realización de la presente invención, también se proporciona un método, que incluye:

- 10           incorporar múltiples elementos transparentes entre el extremo proximal y el extremo distal de una funda biocompatible;  
introducir un sustrato dieléctrico en la funda biocompatible;  
colocar o posicionar uno o más componentes electrónicos en el sustrato dieléctrico;  
15           colocar una o más líneas de distribución impresas en el sustrato dieléctrico; y  
conectar las -una o más- líneas de distribución impresas a cada uno de los -uno o más- componentes electrónicos.

#### BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS ILUSTRACIONES

**[0011]** La divulgación se describe en el presente documento, sólo a modo de ejemplo y tomando como referencia las ilustraciones adjuntas, de manera que:

- 25           La Figura 1 (FIG. 1) es una ilustración gráfica y esquemática de un sistema médico que implementa la detección de contacto óptica, de acuerdo con una realización de la presente invención;  
La Figura 2A es una ilustración de una vista lateral y esquemática de una sonda de detección de contacto óptica con una banda o franja transparente, de acuerdo con una realización de la presente invención;  
La Figura 2B es una ilustración de una vista transversal y esquemática de la sonda de detección de contacto óptica con la banda transparente;  
30           La Figura 3A es una ilustración de una vista lateral y esquemática de la sonda de detección de contacto óptica con una banda o franja optoelectrónica, de acuerdo con una realización de la presente invención;  
La Figura 3B es una vista lateral y esquemática de la banda optoelectrónica, de acuerdo con una realización de la presente invención; y  
La Figura 3C es una vista esquemática de arriba abajo del lado o parte interior de la banda optoelectrónica,  
35           de acuerdo con una realización de la presente invención.

#### DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LAS REALIZACIONES

##### RESUMEN GENERAL

- 40           **[0012]** Diversos procedimientos diagnósticos y terapéuticos, como el mapeo eléctrico intracardíaco y la ablación cardíaca, utilizan una sonda invasiva, como un catéter, cuya punta distal está equipada con al menos un electrodo. Normalmente, el electrodo funciona cuando se presiona la sonda contra el tejido intracorporal. En estos procedimientos, normalmente es importante verificar la proximidad de la sonda a la superficie de una cavidad corporal, y determinar cuándo la punta distal de la sonda está en contacto con la superficie de la cavidad corporal.

- 50           **[0013]** En un ejemplo, los elementos o componentes funcionales de la sonda están contenidos en una funda biocompatible que incluye una o más franjas o bandas transparentes situadas entre el extremo proximal y el extremo distal de la sonda. Excepto por la(s) banda(s) transparente(s), por lo demás la funda biocompatible puede ser opaca. Los elementos funcionales, como los sensores de contacto ópticos, pueden estar situados en la funda mirando a la banda transparente (que funciona como una ventana). En algunos ejemplos, pueden colocarse en la funda múltiples sensores de contacto ópticos que miran a la misma banda transparente en diferentes puntos a lo largo de la longitud de la sonda.

- 55           **[0014]** Las realizaciones de la presente invención también proporcionan una banda o franja optoelectrónica que está integrada en la sonda y sobre la que se montan los múltiples sensores. La banda optoelectrónica comprende un sustrato dieléctrico largo, estrecho y flexible, como un material de placa de circuito impreso flexible, de manera que los sensores de contacto ópticos están situados en el lado exterior (de la banda optoelectrónica), y unas líneas o trazas de distribución impresas están situadas a lo largo del lado interior (de la banda optoelectrónica) y están  
60           conectadas a cada uno de los sensores. En algunas realizaciones, la banda puede estar integrada longitudinalmente en la funda biocompatible, de manera que los sensores de contacto ópticos miran a la banda transparente, tal y como se ha explicado más arriba.

- 65           **[0015]** Las realizaciones de la presente invención que incluyen la funda biocompatible que incorpora la banda transparente y la banda optoelectrónica permiten producir sondas de detección de contacto ópticas de una manera fiable y económica.

## DESCRIPCIÓN DEL SISTEMA

5 **[0016]** La Figura 1 es una ilustración gráfica y esquemática de un sistema médico 20 que implementa la detección de proximidad óptica de acuerdo con una realización de la presente invención. El sistema 20 comprende una sonda de detección de contacto óptica 22 -en nuestro ejemplo, un catéter- y una consola de control 24. En la realización que se describe a continuación, se asume que la sonda 22 se usa para un tratamiento diagnóstico o terapéutico, como mapear circunferencialmente los potenciales eléctricos en una vena pulmonar de un corazón 26, o realizar una ablación en el tejido de la vena. De manera alternativa, la sonda 22 puede usarse, 'mutatis mutandis', para otros fines diagnósticos y/o terapéuticos en el corazón o en otros órganos del cuerpo.

15 **[0017]** Un técnico o un operador 28, como un cardiólogo, introduce la sonda 22 a través del sistema vascular de un paciente 30, de manera que el extremo distal 32 de la sonda 22 penetra en una cámara del corazón del paciente 26 (por ejemplo, la aurícula izquierda). El operador 28 hace avanzar la sonda 22 de manera que la punta distal 34 (que en este caso se muestra en una configuración 'de bucle' o 'de lazo') entra en contacto con el tejido corporal en los puntos o ubicaciones deseados (por ejemplo, el tejido venoso de la vena pulmonar superior izquierda). La punta distal 34 contiene electrodos 36 y sensores de contacto ópticos 38. La configuración del sensor de contacto óptico 38 se muestra con más detalle en la Figura 2A de más adelante. Los sensores de contacto ópticos se describen, por ejemplo, en la Solicitud de Patente de EE. UU. 12/816, 492. Normalmente, la sonda 22 se conecta -mediante un conector adecuado situado en su extremo proximal- a la consola 24.

25 **[0018]** Usando las señales provenientes de los sensores de contacto ópticos incluidos en la sonda 22, la consola 24 determina la calidad del contacto entre la punta distal 34 y el tejido venoso. El término 'naturaleza o calidad de(l) contacto' hace referencia al contacto físico existente entre la punta distal y el tejido, así como a la proximidad de la punta distal con el tejido. En el ejemplo de la Figura 1, la consola 24 también está conectada mediante un cable 40 a diversos electrodos de superficie corporal, que normalmente comprenden parches adhesivos para la piel 42. La consola 24 determina las coordenadas de posición de la sonda 22 dentro del corazón 26 basándose en la impedancia medida entre la sonda y los parches 42. Si bien el sistema 20 mide la posición utilizando sensores basados en la impedancia, también pueden usarse otras técnicas de rastreo de posición (por ejemplo, sensores basados en el magnetismo). Las técnicas de rastreo de posición magnético se describen, por ejemplo, en las Patentes de EE. UU. 5,391,199; 5,443,489; 6,788,967; 6,690,963; 5,558,091; 6,172,499; y 6,177, 792. Las técnicas de rastreo de posición basadas en la impedancia se describen, por ejemplo, en las Patentes de EE. UU. 5,983,126, 6,456,864 y 5,944,022.

35 **[0019]** La consola 24 contiene un procesador 44 que normalmente comprende un ordenador de uso general, con circuitos frontales y de interfaz adecuados para recibir señales de la sonda 22 y controlar el resto de componentes de la consola 24. Una interfaz de comunicaciones de entrada/salida ('input/output' o 'I/O', en inglés) 46 permite a la consola 24 interactuar con la sonda 22 y los parches 42. Basándose en las señales recibidas desde la sonda 22 y los parches 42, el procesador 44 crea y muestra un mapa 48 que muestra la posición de la punta distal 34 en el cuerpo del paciente, la distancia y/o la indicación de contacto entre el bucle o lazo y el tejido corporal, así como información sobre el estado y consejos u orientación sobre el procedimiento en curso. El mapa 48 se muestra al operador 28 usando un monitor o pantalla 50. La posición de la sonda 22 puede estar superpuesta sobre el mapa 48 u otra imagen del corazón 26.

## 45 SONDA CON UNA BANDA TRANSPARENTE

50 **[0020]** La Figura 2A es una ilustración gráfica y esquemática de una vista lateral de una sonda de detección de contacto óptica 22, y la Figura 2B es una ilustración gráfica y esquemática de una sección transversal de la sonda, de acuerdo con un ejemplo. La sonda 22 comprende elementos o componentes funcionales como un sensor de contacto óptico 38 y unos tubos 60, que están cubiertos por una funda biocompatible 62. La funda 62 es opaca a la radiación óptica excepto por una banda transparente (a la radiación óptica) 64, que se sitúa entre el extremo proximal 66 y el extremo distal 32 de la sonda. El extremo proximal y el extremo distal de la sonda son, respectivamente, básicamente iguales que el extremo proximal y el extremo distal de la funda biocompatible, de manera que los términos 'extremo proximal' 66 y 'extremo distal' 32 también hacen referencia a los extremos correspondientes de la funda. En el presente documento, a la banda o franja transparente 64 también se le denomina 'ventana' 64, y tiene una anchura 68.

60 **[0021]** En la configuración que se muestra en la Figura 2A, los electrodos 36 están dispuestos o situados a lo largo de la longitud del extremo distal 32. Normalmente, los electrodos 36 están hechos a partir de un material metálico, como una aleación de platino/iridio u otro material adecuado.

65 **[0022]** El sensor de contacto óptico 38 está situado en la funda 62 mirando hacia la ventana 64, y normalmente está dispuesto simétricamente respecto a la ventana. El sensor de contacto óptico 38 comprende un emisor óptico 70, como un diodo emisor de luz (o LED, por sus siglas en inglés), y un detector óptico 72, como un fotodiodo o un fototransistor, que está muy cerca del emisor óptico. Si bien la configuración del sensor de contacto óptico 38 que se muestra en la Figura 2A comprende un emisor óptico 70 y un detector óptico 72, el sensor de contacto óptico puede

estar diseñado o configurado para incluir más de un emisor óptico y/o más de un detector óptico. Los sensores de contacto ópticos que incorporan emisores ópticos 70 y detectores ópticos 72 se describen, por ejemplo, en la Solicitud de Patente de EE. UU. 12/816, 492.

5 **[0023]** La anchura 68 de la ventana 64 determina el alcance del campo de visión 74 del sensor en la dirección acimutal (es decir, lo lejos que puede 'ver' el sensor de contacto óptico 38 alrededor de la sonda 22). La ventana 64 puede estar diseñada para ser estrecha, si se desea, a fin de garantizar que el sensor de contacto óptico 38 es sensible al contacto entre la sonda 22 y el tejido corporal sólo dentro de un estrecho rango o intervalo angular deseado (por ejemplo, el campo de visión 74).

10 **[0024]** La ventana 64 puede crearse durante el proceso para producir la funda biocompatible 62 utilizando un proceso de coextrusión, que es una variante de la extrusión. Durante la extrusión, un extrusor funde un material que, posteriormente, pasa por un troquel que está configurado para conferir el perfil deseado al producto final (por ejemplo, una funda con una forma tubular). El troquel está diseñado de tal manera que el material fundido fluye uniformemente por la forma de perfil del producto. Para producir la funda 62 con la ventana 64, dos extrusores funden y envían una producción volumétrica constante de diferentes materiales biocompatibles (por ejemplo, en el caso de la funda opaca y la banda transparente, respectivamente) a un único troquel que extruye los materiales para obtener la forma que se muestra en la Figura 2A. Fijar la anchura 68 durante el proceso de coextrusión permite la producción de la sonda 22 con el campo de visión deseado 74.

15 **[0025]** Si bien la Figura 2A muestra la sonda 22 con un segmento recto, puede usarse el mismo tipo de técnica en elementos curvos, como el extremo curvo de un catéter 'lasso', tal y como se muestra en la Figura 1. En el ejemplo que se muestra en la Figura 1, la punta distal 34 comprende un bucle ajustable que está equipado con electrodos 36 y sensores de contacto ópticos 38. La configuración del bucle permite el mapeo o la ablación simultáneos de zonas circunferenciales de tejido, como una vena pulmonar.

20 **[0026]** La sonda 22 se produce con múltiples ventanas paralelas 64. Por ejemplo, en una configuración con dos ventanas 64 situadas en extremos opuestos del diámetro de una sonda (tal y como se muestra en la Figura 3A de más abajo), diversos sensores de contacto ópticos separados 38 están situados y alineados mirando hacia cada una de las dos ventanas. Múltiples sensores de contacto ópticos 38 están situados de forma no simétrica respecto a sus ventanas, de manera que los campos de visión de los sensores, si bien abarcan básicamente la misma anchura angular, tienen una cobertura angular diferente. Configurar la sonda 22 con múltiples ventanas 64 (y los correspondientes sensores de contacto ópticos 38) permite una detección omnidireccional en cualquier dirección ortogonal al eje de la sonda, lo que hace posible detectar el contacto a lo largo de la longitud de la sonda independientemente de cuál de los lados de la sonda entre en contacto con el tejido.

35 **SONDA CON UNA BANDA OPTOELECTRÓNICA**

40 **[0027]** La Figura 3A es una ilustración de una vista lateral esquemática de la sonda 22 con una banda o franja optoelectrónica 76; la Figura 3B es una vista lateral esquemática de la banda optoelectrónica; y la Figura 3C es una vista esquemática de arriba abajo del lado o parte interior 78 de la banda optoelectrónica, de acuerdo con las realizaciones de la presente invención. La sonda 22 incorpora diversos elementos transparentes, que en la configuración que se muestra en la Figura 3A comprenden dos ventanas 64 situadas entre el extremo proximal 66 y el extremo distal 32 de la sonda. La sonda 22 comprende una banda optoelectrónica 76 introducida longitudinalmente, de manera que los sensores de contacto ópticos 38 quedan situados en el lado o parte exterior 80 de la banda optoelectrónica mirando hacia una de las ventanas 64.

45 **[0028]** La banda optoelectrónica 76 comprende un sustrato dieléctrico largo, flexible y estrecho 82, como un material de placa de circuito impreso flexible, con emisores ópticos 70 y detectores ópticos 72 situados en el lado o parte exterior 80, y unas líneas de distribución impresas 84 que se encuentran en el lado o parte interior 78 y están conectadas a cada emisor óptico 70 y detector óptico 72. La banda optoelectrónica 76 puede integrarse longitudinalmente en la sonda 22 durante la producción, bien en un lado de la sonda o bien envuelta alrededor de ambos lados, tal y como se muestra en la Figura 3A. De manera alternativa, en la sonda 22 puede integrarse longitudinalmente una banda optoelectrónica separada 76 para cada ventana 64.

50 **[0029]** Durante el manejo o funcionamiento de la sonda, los emisores ópticos 70 emiten radiación óptica, y los detectores ópticos 72 envían señales al procesador 44 que indican la radiación óptica que se refleja en el tejido corporal. Basándose en las señales recibidas, el procesador 44 puede determinar la proximidad del extremo distal 32 con el tejido corporal, y puede verificar el contacto entre el extremo distal y el tejido corporal.

55 **[0030]** Tal y como se ha explicado anteriormente, la sonda 22 puede usarse para ablacionar el tejido venoso del corazón 26. Durante un procedimiento de ablación, los electrodos 36, que están separados a lo largo del extremo distal 32, pueden emitir energía, que cauteriza una pequeña cantidad de tejido venoso. Puesto que, normalmente, el tejido cauterizado y el no cauterizado tienen propiedades diferentes de reflexión, los detectores ópticos 72 pueden configurarse para enviar señales diferentes basándose en los diferentes niveles de radiación óptica que se reflejan en el tejido venoso cauterizado y no cauterizado. Así, el procesador 44 puede usar los sensores ópticos 38 para

controlar este y otros procedimientos de ablación, así como para evaluar la calidad de la ablación que se ha realizado.

5 **[0031]** Si bien la Figura 3A muestra emisores ópticos 70 y detectores ópticos 72 que están situados en la banda optoelectrónica 76, en la banda optoelectrónica pueden colocarse otros tipos de componentes electrónicos. Los ejemplos de componentes electrónicos que pueden colocarse en la banda optoelectrónica 76 y conectarse a las líneas o trazas de distribución impresa 84 incluyen los transductores piezoeléctricos, los sensores capacitivos y los sensores de presión de otro tipo.

10 **[0032]** De manera adicional, se asume que la banda optoelectrónica que se ha descrito anteriormente tiene líneas de distribución 84 y componentes electrónicos (es decir, emisores 70 y detectores 72) que están situados en lados opuestos de la misma 76. En una realización alternativa, al menos algunas de las líneas 84 están situadas en el mismo lado (de la banda 76) que los componentes electrónicos.

15 **[0033]** Debe entenderse que las realizaciones descritas previamente se ofrecen a modo de ejemplo, y que la presente invención no se limita a aquello que se ha mostrado y descrito previamente de forma particular.

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

**REIVINDICACIONES**

1. Una sonda médica (22), que comprende:

5 una vaina o funda biocompatible (62) que tiene un extremo proximal (66) y un extremo distal (32), y que tiene múltiples ventanas transparentes y paralelas (64) que son transparentes a la radiación óptica y están situadas entre el extremo proximal y el extremo distal; y  
múltiples elementos o componentes funcionales correspondientes a las múltiples ventanas transparentes (64)  
y situados en la funda biocompatible,  
10 de manera que cada uno de los elementos funcionales comprende un sensor de contacto óptico (38) que tiene un emisor óptico (70), y un detector óptico (72) que está muy próximo al emisor óptico; y

de manera que los múltiples sensores de contacto ópticos (38) están situados de forma no simétrica respecto a sus ventanas.

15 **2.** La sonda médica de acuerdo con la reivindicación 1, de manera que la anchura de las ventanas transparentes (64) determina el alcance del campo de visión del sensor de contacto óptico (38) en una dirección acimutal.

20 **3.** La sonda médica de acuerdo con la reivindicación 2, de manera que el sensor de contacto óptico está configurado para detectar la proximidad del extremo distal con el tejido corporal, y para verificar el contacto entre el extremo distal y el tejido corporal.

25 **4.** La sonda médica de acuerdo con la reivindicación 2, de manera que comprende uno o más electrodos -dispuestos a lo largo la funda biocompatible- que están configurados para realizar una ablación, y de manera que el sensor de contacto óptico está configurado para proporcionar una indicación para controlar la ablación.

**5.** La sonda médica de acuerdo con la reivindicación 4, de manera que el sensor de contacto óptico está configurado para proporcionar una indicación adicional para evaluar la calidad de la ablación.

30 **6.** Un método, que comprende:

incorporar múltiples ventanas transparentes y paralelas (64) que son transparentes a la radiación óptica y están situadas entre el extremo proximal (66) y el extremo distal (32) de la funda biocompatible (62); y  
35 colocar o posicionar múltiples elementos o componentes funcionales correspondientes a las múltiples ventanas transparentes en la funda biocompatible,  
de manera que cada uno de los elementos funcionales comprende un sensor de contacto óptico (38) que tiene un emisor óptico (70), y un detector óptico (72) que está muy próximo al emisor óptico; y

40 de manera que los múltiples sensores de contacto ópticos (38) están situados de forma no simétrica respecto a sus ventanas.

45

50

55

60

65

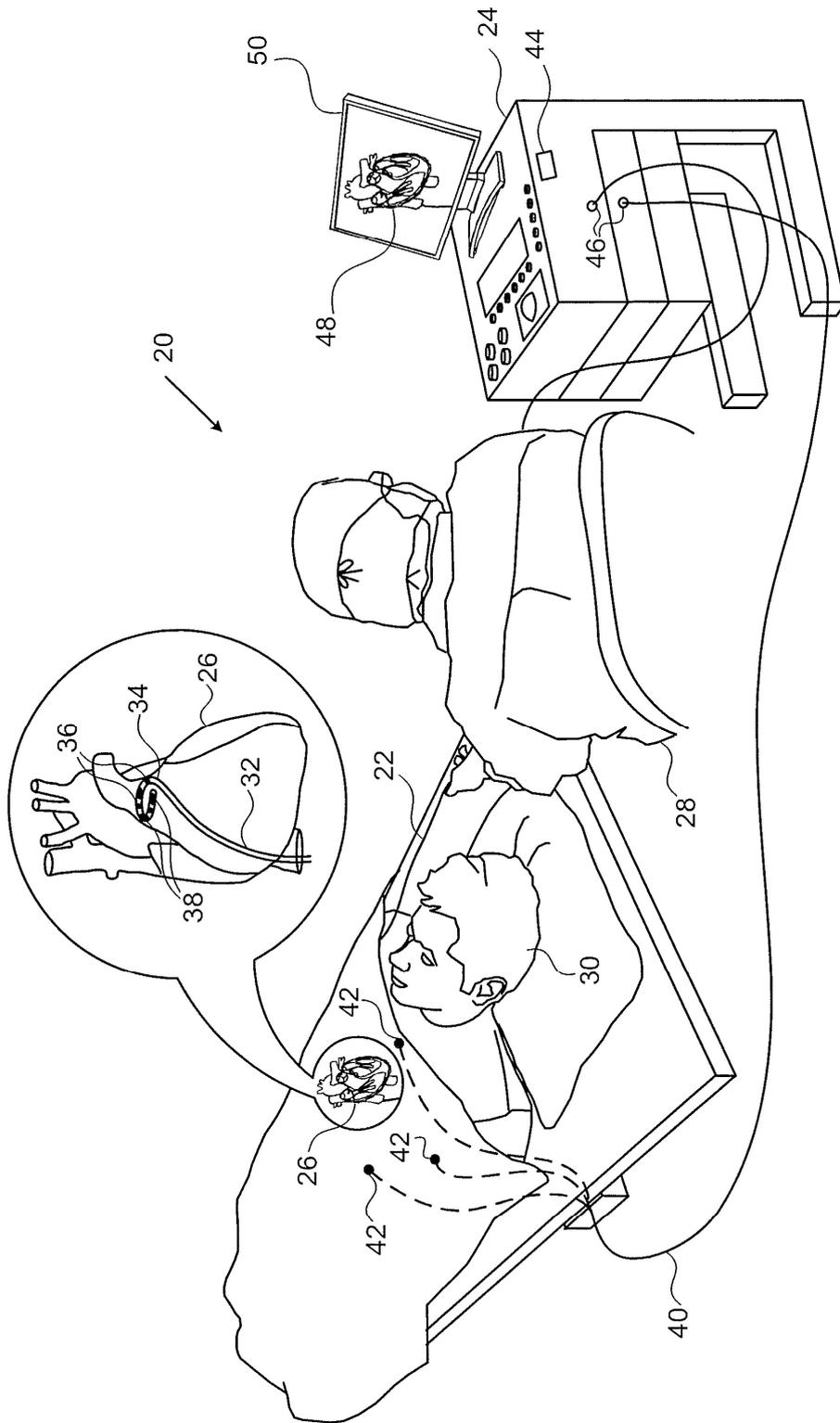
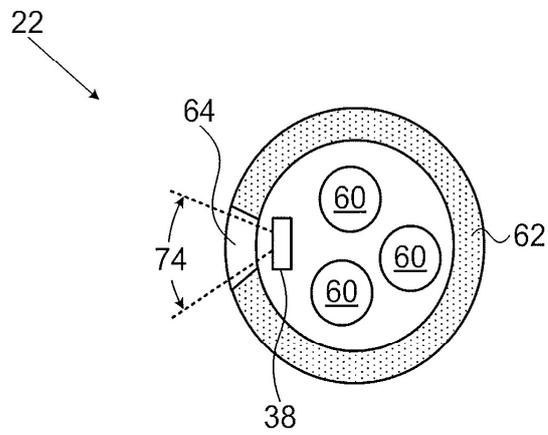
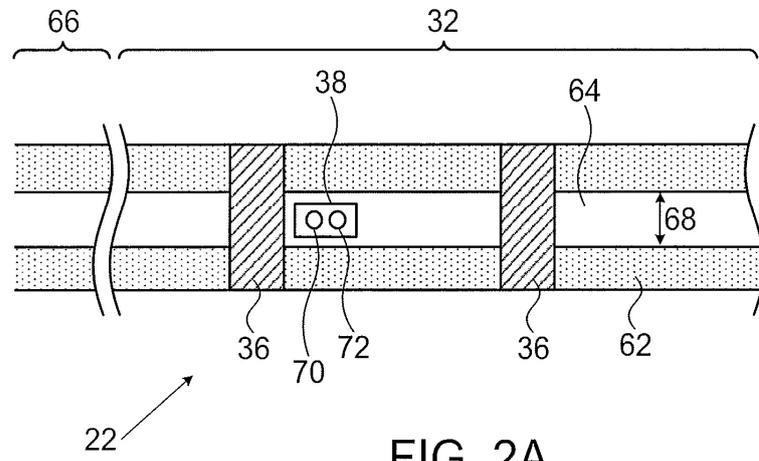


FIG. 1



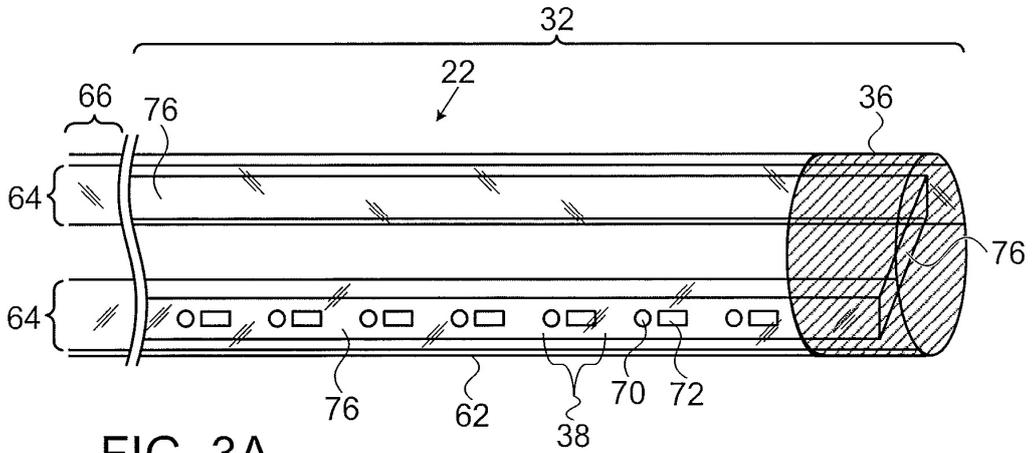


FIG. 3A

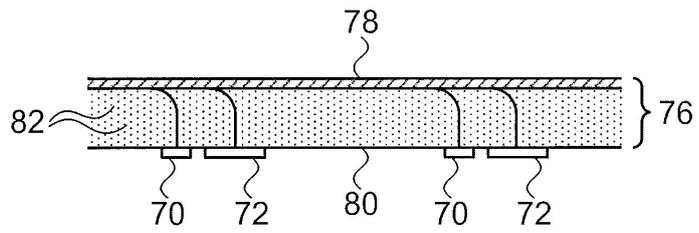


FIG. 3B

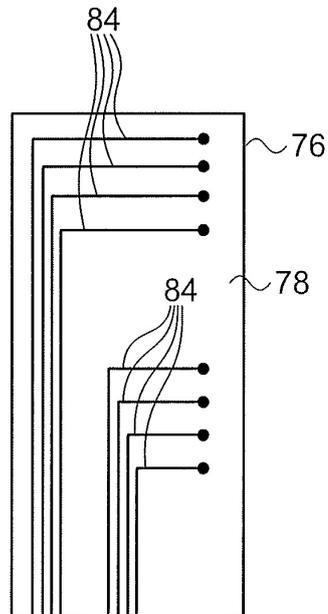


FIG. 3C