

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 797 786**

51 Int. Cl.:

A61B 6/12	(2006.01)
A61B 6/00	(2006.01)
G06T 7/00	(2007.01)
A61B 90/00	(2006.01)
A61B 5/06	(2006.01)
G06T 7/33	(2007.01)
A61B 5/00	(2006.01)
A61B 5/055	(2006.01)
A61B 6/03	(2006.01)
A61B 34/20	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.06.2016 E 16172805 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.05.2020 EP 3100682**

54 Título: **Registro de imagen de catéter del seno coronario**

30 Prioridad:

04.06.2015 US 201514730386

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
03.12.2020

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

BAR-TAL, MEIR

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 797 786 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

Registro de imagen de catéter del seno coronario

5 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Campo de la invención

10 Esta invención se refiere a fisiología cardíaca. Más particularmente, esta invención se refiere a la evaluación de la propagación eléctrica en el corazón.

Descripción de la técnica relacionada

15 En la Tabla 1 se proporcionan los significados de ciertos acrónimos y abreviaturas usadas en la presente.

Tabla 1-Acrónimos y Abreviaturas

CS	Seno Coronario
LAO	Oblicuo anterior izquierdo
RAO	Oblicuo anterior derecho
CT	Tomografía Computarizada
MRI	Imagen de Resonancia Magnética

20 Las arritmias cardíacas como la fibrilación auricular son una causa importante de morbilidad y muerte. La Patente de Estados Unidos N° 5.546.951 y la Patente de Estados Unidos N° 6.690.963, de titularidad compartida ambas concedidas a Ben Haim, y la Solicitud de PCT WO 96/05768 divulgan métodos para detectar una propiedad eléctrica del tejido cardíaco, por ejemplo, el tiempo de activación local, en función de la localización precisa dentro del corazón. Los datos se adquieren con uno o más catéteres que tienen sensores eléctricos y de localización en sus puntas distales, que se hacen avanzar hacia el corazón. Los métodos para crear un mapa de la actividad eléctrica del corazón en base a estos datos se divulgan en la Patente de Estados Unidos N° 6.226.542 y la Patente de Estados Unidos N° 6.301.496, de titularidad compartida ambas concedidas a Reissfeld. Como se indica en estas patentes, la localización y la actividad eléctrica típicamente se miden inicialmente en de aproximadamente 10 a aproximadamente 20 puntos en la superficie interior del corazón. Estos puntos de datos son generalmente suficientes para generar una reconstrucción o mapa preliminar de la superficie cardíaca. El mapa preliminar a menudo se combina con datos tomados en puntos adicionales para generar un mapa más completo de la actividad eléctrica del corazón. De hecho, en entornos clínicos, no es raro acumular datos en 100 o más sitios para generar un mapa completo detallado de la actividad eléctrica de la cámara cardíaca. El mapa detallado generado puede servir entonces como base para decidir un curso de acción terapéutico, por ejemplo, ablación de tejido, alterar la propagación de la actividad eléctrica del corazón y para restaurar el ritmo cardiaco normal.

45 Los catéteres que contienen sensores de posición pueden usarse para determinar la trayectoria de puntos en la superficie cardíaca. Estas trayectorias pueden usarse para inferir características de movimiento como la contractilidad del tejido. Como se divulga en la Patente de Estados Unidos N° 5.738.096, concedida a Ben Haim, los mapas que representan tales características de movimiento pueden construirse cuando la información de trayectoria se muestrea en un número suficiente de puntos en el corazón.

50 La actividad eléctrica en un punto del corazón se mide típicamente haciendo avanzar un catéter de múltiples electrodos para medir la actividad eléctrica en múltiples puntos en la cámara del corazón simultáneamente. Un registro derivado de potenciales eléctricos que varían en el tiempo medidos por uno o más electrodos se conoce como electrograma. Los electrogramas pueden medirse mediante cables unipolares o bipolares, y se usan, por ejemplo, para determinar el inicio de la propagación eléctrica en un punto, conocido como tiempo de activación local.

55 Actualmente, se recopilan grandes cantidades de datos anatómicos y funcionales durante los procedimientos cardíacos basados en catéter. Mantener la alineación de estos datos con la posición real del corazón del paciente y comprender la relación del catéter con las estructuras anatómicas son ambos importantes para el éxito del procedimiento. En un enfoque, el catéter se registra en imágenes tomadas por otra modalidad.

60 Un ejemplo de este enfoque se propone en la Patente de Estados Unidos N° 7.720.520 de Willis. Se coloca un catéter de referencia o elemento de referencia en contacto con el cuerpo anatómico. Una estructura física dentro de un sistema de coordenadas de navegación se ubica usando los elementos de referencia o el catéter de referencia. Se localiza una referencia de imagen dentro de una coordenada de imagen correspondiente a la estructura física. La localización de la referencia de imagen puede lograrse, por ejemplo, mostrando la imagen

médica y marcando electrónicamente la referencia de imagen mostrada, o localizando automáticamente los datos de la imagen correspondientes a la referencia de imagen. Los sistemas de coordenadas de navegación e imagen se registran luego en base a la localización de la estructura física dentro del sistema de coordenadas de navegación y la localización de la referencia de imagen dentro del sistema de coordenadas de imagen, lo que permite fusionar la información gráfica con los datos de la imagen médica.

La US2008/0219536A1 describe un método para registrar imágenes de múltiples modalidades que incluye adquirir una primera imagen de un sujeto usando una primera modalidad, y una segunda imagen de un sujeto usando una segunda modalidad; y registrar la primera y la segunda imágenes en base a estructuras anatómicas observables en la primera imagen y un objeto extraño próximo a la estructura anatómica observable en la segunda imagen.

SUMARIO DE LA INVENCION

La invención se define en la reivindicación independiente 1. De acuerdo con las realizaciones divulgadas de la invención, se prepara una reconstrucción del corazón antes del cateterismo a partir de datos de imágenes cardíacas, como datos de CT o MRI. La reconstrucción tiene en cuenta el movimiento de las estructuras cardíacas como el seno coronario debido al movimiento cardíaco y del paciente. Usando la reconstrucción, el seno coronario se cateteriza y reconstruye usando datos de imágenes fluoroscópicas. La reconstrucción del seno coronario se coloca en registro con la reconstrucción del corazón, de tal manera que la imagen resultante tiene un espacio de coordenadas consistente con el de las imágenes electroanatómicas funcionales del corazón que puedan mostrarse o generarse, por ejemplo, un mapa CARTO. Las estructuras cardíacas de interés pueden ser identificadas en la imagen electroanatómica funcional por un operador.

Se proporciona un método, que se lleva a cabo importando datos de imagen de un corazón de un sujeto vivo en un sistema informático de procesamiento de imágenes, que representa los datos de imagen como un primer modelo del corazón y el seno coronario en un primer espacio de coordenadas, e introduciendo una sonda en el seno coronario. Posteriormente, el método se lleva a cabo además adquiriendo datos de imagen fluoroscópica de la sonda, usando los datos de imagen fluoroscópica para preparar un segundo modelo del seno coronario en un segundo espacio de coordenadas, y transformando el primer modelo en el segundo espacio de coordenadas colocando el seno coronario del segundo modelo en registro con el seno coronario del primer modelo.

Los datos de la imagen se obtienen mediante imagenología por tomografía computarizada o resonancia magnética del corazón.

De acuerdo con un aspecto del método, el primer modelo es un modelo tridimensional.

De acuerdo con otro aspecto más del método, la preparación de un segundo modelo incluye reconstruir una ruta bidimensional de la sonda.

De acuerdo con un aspecto adicional del método, la preparación de un segundo modelo incluye estimar una ruta tridimensional de la sonda a partir de la ruta bidimensional.

Otro aspecto del método incluye localizar una estructura cardíaca en el primer modelo transformado en el segundo espacio de coordenadas.

Se proporciona además de acuerdo con las realizaciones de la invención un aparato, que incluye un catéter cardíaco adaptado para su introducción en un seno coronario de un corazón de un sujeto vivo, una pantalla y un procesador. El procesador coopera con un dispositivo de imagenología fluoroscópica para realizar un método, que se lleva a cabo importando datos de imágenes del corazón a un sistema informático de procesamiento de imágenes, representando los datos de imágenes como un primer modelo del corazón y el seno coronario en un primer espacio de coordenadas e introduciendo una sonda en el seno coronario. Posteriormente, el método se lleva a cabo además adquiriendo datos de imágenes fluoroscópicas de la sonda, usando los datos de imágenes fluoroscópicas para preparar un segundo modelo del seno coronario en un segundo espacio de coordenadas, y transformando el primer modelo en el segundo espacio de coordenadas colocando el seno coronario del segundo modelo en registro con el seno coronario del primer modelo.

BREVE DESCRIPCION DE LAS VARIAS VISTAS DE LOS DIBUJOS

Para una mejor comprensión de la presente invención, se hace referencia a la descripción detallada de la invención, a modo de ejemplo, que debe leerse junto con los siguientes dibujos, en los que a elementos similares se les dan números de referencia similares, y en los que:

La Fig. 1 es una ilustración pictórica de un sistema para realizar procedimientos de cateterismo cardíaco, que está construido y es operativo de acuerdo con una realización de la invención;

La Fig. 2 es un diagrama de flujo de un método de registro de imágenes cardíacas usando un catéter de seno coronario; y

La Fig. 3 es una imagen compuesta que ilustra una etapa en el proceso de reconstrucción del seno coronario aplicada a un modelo tridimensional del corazón.

5

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

En la siguiente descripción, se exponen numerosos detalles específicos para proporcionar una comprensión profunda de los diversos principios de la presente invención. Sin embargo, será evidente para un experto en la técnica que no todos estos detalles son necesariamente necesarios para poner en práctica la presente invención. En este caso, los circuitos, la lógica de control y los detalles de instrucciones de programas informáticos para algoritmos y procesos convencionales bien conocidos no se han mostrado en detalle para no oscurecer los conceptos generales innecesariamente.

Los aspectos de la presente invención pueden incorporarse en código de programación de software, que típicamente se mantiene en almacenamiento permanente, como un medio legible por ordenador. En un entorno cliente/servidor, dicho código de programación de software puede almacenarse en un cliente o servidor. El código de programación de software puede incorporarse en cualquiera de una variedad de medios no transitorios conocidos para su uso con un sistema de procesamiento de datos, como una memoria USB, disco duro, medios electrónicos o CD-ROM. El código puede distribuirse en tales medios, o puede distribuirse a los usuarios desde la memoria o el almacenamiento de un sistema informático a través de una red de algún tipo a dispositivos de almacenamiento en otros sistemas informáticos para uso por los usuarios de tales otros sistemas.

Las realizaciones de la invención permiten identificar estructuras cardíacas durante el procedimiento médico. Cuando la posición del seno coronario se conoce con precisión en base a la fluoroscopia de un catéter de seno coronario, su posición puede estar relacionada con la posición de otras partes del corazón, siempre que haya un sistema de coordenadas común para localizar las otras partes, las realizaciones de invención colocar el seno coronario, como se ha determinado por fluoroscopia, en registro con un modelo tridimensional del corazón preparado usando otra modalidad de imagenología.

30

Visión general del sistema

Volviendo ahora a los dibujos, se hace referencia a inicialmente la Fig. 1, que es una ilustración pictórica de un sistema 10 para realizar procedimientos de cateterización en un corazón 12 de un sujeto vivo, que está construido y es operativo de acuerdo con una realización divulgada de la invención. El sistema comprende un catéter 14, que se inserta percutáneamente por un operador 16 a través del sistema vascular del paciente en una cámara o estructura vascular del corazón 12. El operador 16, que típicamente es un médico, pone en contacto la punta distal 18 del catéter con la pared del corazón en un sitio objetivo de ablación. Los mapas de activación eléctrica, la información de posición anatómica, es decir, de la parte distal del catéter y otras imágenes funcionales pueden prepararse entonces usando un procesador 23 ubicado en una consola 24, de acuerdo con los métodos divulgados en las Patentes de Estados Unidos Nº 6.226.542 y 6.301.496 y la Patente de Estados Unidos de titularidad compartida Nº 6.892.091. Un producto comercial que incorpora elementos del sistema 10 está disponible como el Sistema CARTO® 3, disponible de Biosense Webster, Inc., 3333 Diamond Canyon Road, Diamond Bar, CA 91765, que es capaz de producir mapas electroanatómicos del corazón según sea necesario para la ablación. Este sistema puede ser modificado por los expertos en la técnica para incorporar los principios de la invención descrita en la presente.

Las áreas determinadas como anormales, por ejemplo, mediante la evaluación de los mapas de activación eléctrica, pueden eliminarse mediante la aplicación de energía térmica, por ejemplo, mediante el paso de corriente eléctrica de radiofrecuencia a través de cables en el catéter a uno o más electrodos en la punta distal 18, que aplican la energía de radiofrecuencia al miocardio. La energía se absorbe en el tejido, calentándolo (o enfriándolo) hasta un punto (típicamente alrededor de 60° C) en el que pierde permanentemente su excitabilidad eléctrica. Cuando tiene éxito, este procedimiento crea lesiones no conductoras en el tejido cardíaco, que interrumpen la vía eléctrica anormal que provoca la arritmia. Los principios de la invención pueden aplicarse a diferentes cámaras cardíacas para tratar muchas arritmias cardíacas diferentes.

El catéter 14 típicamente comprende un mango 20, que tiene controles adecuados en el mango para permitir al operador 16 dirigir, colocar y orientar el extremo distal del catéter como lo desee para la ablación. Para ayudar al operador 16, la parte distal del catéter 14 contiene sensores de posición (no mostrados) que proporcionan señales a un procesador de posicionamiento 22, localizado en la consola 24.

La energía de ablación y las señales eléctricas pueden transmitirse hacia y desde el corazón 12 a través de la punta del catéter y/o uno o más electrodos de ablación 32 localizados en o cerca de la punta distal 18 a través del cable 34 a la consola 24. Las señales de estimulación y otras señales de control pueden transportarse desde la consola 24 a través del cable 34 y los electrodos 32 al corazón 12. Los electrodos de detección 33, también

65

conectados a la consola 24, están dispuestos entre los electrodos de ablación 32 y tienen conexiones con el cable 34.

5 Las conexiones de cables 35 conectan la consola 24 con los electrodos de la superficie del cuerpo 30 y otros componentes de un subsistema de posicionamiento. Los electrodos 32 y los electrodos de la superficie del cuerpo 30 pueden usarse para medir la impedancia del tejido en el sitio de ablación como se enseña en la Patente de Estados Unidos N° 7.536.218, concedida a Govari et al. Puede montarse un sensor de temperatura (no mostrado), típicamente un termopar o termistor, en o cerca de cada uno de los electrodos 32.

10 La consola 24 típicamente contiene uno o más generadores de energía de ablación 25. El catéter 14 puede adaptarse para conducir energía ablativa al corazón usando cualquier técnica de ablación conocida, por ejemplo, energía de radiofrecuencia, energía de ultrasonidos, técnica de congelación y energía de luz producida por láser. Tales métodos se divulgan en las Patentes de Estados Unidos de titularidad compartida N° 6.814.733, 6.997.924 y 7.156.816.

15 El procesador de posicionamiento 22 es un elemento de un subsistema de posicionamiento en el sistema 10 que mide las coordenadas de localización y orientación del catéter 14.

20 En una realización, el subsistema de posicionamiento comprende una disposición de seguimiento de posición magnética que determina la posición y orientación del catéter 14 generando campos magnéticos en un volumen de trabajo predefinido y detectando estos campos en el catéter, usando bobinas generadoras de campo 28. El subsistema de posicionamiento puede emplear la medición de impedancia, como se enseña, por ejemplo en la Patente de Estados Unidos N° 7.756.576, y en la Patente de Estados Unidos N° 7.536.218 mencionada anteriormente.

25 Un dispositivo de imagenología fluoroscópica 37 tiene un brazo en C 39, una fuente de rayos X 41, un módulo intensificador de imágenes 43 y un colimador ajustable 45. Un procesador de control (no mostrado), que puede estar localizado en la consola 24, permite a un operador controlar el funcionamiento del dispositivo de imagenología fluoroscópica 37, por ejemplo estableciendo parámetros de imagenología y controlando el colimador 45 para ajustar el tamaño y la posición del campo de visión. El procesador de control puede comunicarse con el dispositivo de imagenología fluoroscópica 37 a través de un cable 51 para habilitar y deshabilitar la fuente de rayos X 41 o restringir sus emisiones a una región de interés deseada controlando el colimador 45, y adquirir datos de imagen del módulo intensificador de imágenes 43. Un monitor de visualización opcional 49, conectado al procesador de control, permite al operador ver imágenes producidas por el dispositivo de imagenología fluoroscópica 37. Cuando el monitor de visualización 49 no está incluido, las imágenes fluoroscópicas pueden verse en un monitor 29, ya sea a través de una pantalla dividida o en alternancia con otras imágenes no fluoroscópicas.

35 Como se ha indicado anteriormente, el catéter 14 está acoplado a la consola 24, lo que permite al operador 16 observar y regular las funciones del catéter 14. El procesador 23 es típicamente un ordenador con circuitos de procesamiento de señales apropiados. El procesador 23 está acoplado para controlar el monitor 29. Los circuitos de procesamiento de señales típicamente reciben, amplifican, filtran y digitalizan señales del catéter 14, incluidas las señales generadas por los sensores indicados anteriormente y una pluralidad de electrodos de detección de localización (no mostrados) localizados distalmente en el catéter 14. Las señales digitalizadas son recibidas y usadas por la consola 24 y el sistema de posicionamiento para calcular la posición y orientación del catéter 14 y analizar las señales eléctricas de los electrodos y generar los mapas electroanatómicos deseados.

40 Típicamente, el sistema 10 incluye otros elementos, que no se muestran en las figuras en aras de la simplicidad. Por ejemplo, el sistema 10 puede incluir un monitor de electrocardiogramas (ECG), acoplado para recibir señales de uno o más electrodos de la superficie corporal, para proporcionar una señal de sincronización de ECG a la consola 24. Como se ha mencionado anteriormente, el sistema 10 típicamente también incluye un sensor de posición de referencia, ya sea en un parche de referencia aplicado externamente unido al exterior del cuerpo del sujeto, o en un catéter colocado internamente, que se inserta en el corazón 12 mantenido en una posición fija con respecto al corazón 12. Se proporcionan bombas y líneas convencionales para hacer circular líquidos a través del catéter 14 para enfriar el sitio de ablación.

55 **Funcionamiento**

60 Se hace referencia ahora a la Fig. 2, que es un diagrama de flujo de un método de registro de imágenes cardíacas usando un catéter de seno coronario. Los pasos del proceso se muestran en una secuencia lineal particular para mayor claridad de presentación. Sin embargo, será evidente que muchos de ellos pueden realizarse en paralelo, asincrónicamente o en diferentes órdenes. Los expertos en la técnica también apreciarán que un proceso podría representarse alternativamente como un número de estados o eventos interrelacionados, por ejemplo, en un diagrama de estados. Además, no todos los pasos del proceso ilustrados pueden ser necesarios para implementar el método.

65

En el paso inicial 53 se obtiene una imagen CT (o MRI) del corazón. Esto puede lograrse antes de la sesión actual, pero en cualquier caso antes de la introducción de un catéter cardíaco. La imagen creada en este paso tiene un sistema de escala y coordenadas que es específico para el dispositivo de adquisición de imágenes empleado, al que se hace referencia por conveniencia como "coordenadas CT". El término "espacio de coordenadas CT" describe un espacio tridimensional que tiene puntos descritos en coordenadas CT. El seno coronario se define en coordenadas CT en la imagen.

Luego, en el paso 71, la imagen CT se importa a un ordenador de procesamiento de imágenes, por ejemplo, el sistema CARTO 3 descrito anteriormente. En esta etapa, la imagen importada ocupa el espacio de coordenadas CT. Sin embargo, las imágenes producidas normalmente usando el ordenador de procesamiento de imágenes tienen otro sistema de coordenadas y ocupan un espacio de coordenadas diferente. Este sistema y espacio de coordenadas son referidos en la presente por conveniencia como "coordenadas CARTO" y "espacio de coordenadas CARTO", respectivamente. Se entenderá que el uso de esta terminología no limita la aplicación del método al sistema CARTO 3. En cambio, los pasos pueden ser realizados por muchos otros tipos de ordenadores de procesamiento de imágenes.

Luego, en el paso 55, usando el ordenador de procesamiento de imágenes del paso 71, se prepara un modelo tridimensional del corazón en el espacio de coordenadas CT a partir de la imagen CT. Esto puede hacerse usando el módulo CARTOMERGE™, disponible en Biosense Webster.

Luego, en el paso 73, se introduce un catéter de seno coronario en el seno coronario bajo control fluoroscópico.

Luego, en el paso 75, con el catéter de seno coronario en su sitio, el ordenador de procesamiento de imágenes reconstruye el seno coronario usando las técnicas enseñadas en las Solicitudes en trámite de titularidad compartida N° 14/621.570 y 14/621.581. Brevemente, puede estimarse una trayectoria tridimensional del catéter del seno coronario usando geometría epipolar o reconstrucción iterativa de segmentos lineales. En un método de reconstrucción del seno coronario, se sigue la posición del corazón del paciente a lo largo del tiempo. Para compensar el movimiento del corazón, un algoritmo reconstruye una trayectoria o vía del catéter del seno coronario en tres dimensiones, en base a dos imágenes fluoroscópicas bidimensionales adquiridas antes y después de un movimiento, y se sincronizan en el ciclo cardiorrespiratorio. Se calcula una transformación entre los dos catéteres reconstruidos y se usa para alinear los datos. El seno coronario reconstruido se compensa por el movimiento y existe en el espacio de coordenadas CARTO.

Se hace referencia ahora a la Fig. 3, que es una imagen compuesta que ilustra una etapa en el proceso de reconstrucción del seno coronario como se aplica a un modelo tridimensional 81 del corazón como se describe en el paso 55. En la parte inferior de la figura, tomada desde un fotograma fluoroscópico, se delimita un corredor 83 y se muestrea alrededor de una trayectoria de catéter CS 85 (representado por una línea discontinua). La trayectoria del catéter 85 se definió a partir del fotograma anterior y puede haber sido anotada por un operador humano. La divergencia del catéter CS 87 de la trayectoria del catéter 85 se compensa mediante transformaciones adecuadas, como se explica con más detalle en las Solicitudes N° 14/621.570 y 14/621.581 indicadas anteriormente.

En referencia de nuevo a la Fig. 2 junto con la Fig. 3, en el paso 77, el seno coronario reconstruido se coloca en registro con el modelo tridimensional que se preparó en el paso 55 alineando el seno coronario 89 en el modelo 81 con la trayectoria del catéter transformada 85 obtenida a partir del análisis de la imagen fluoroscópica. Se recordará que el modelo tridimensional 81 existe en el espacio de coordenadas CT. El modelo 81 se transforma ahora en el espacio de coordenadas CARTO. El módulo de integración de imágenes CARTOMERGE™, disponible en Biosense Webster, es adecuado para realizar el registro de imágenes y la transformación de coordenadas. Como la posición o el seno coronario están estrechamente relacionados con la posición de otras partes del corazón, el resto del corazón en el modelo 81 estará en registro con otras imágenes cardíacas generadas y mostradas por el ordenador de procesamiento de imágenes.

Luego, en el paso final 79, el seno coronario y las otras estructuras cardíacas pueden localizarse ahora con precisión en la pantalla del ordenador de procesamiento de imágenes en el espacio de coordenadas CARTO.

Los expertos en la técnica apreciarán que la presente invención no está limitada a lo que se ha mostrado y descrito particularmente con anterioridad en la presente. Más bien, el alcance de la presente invención incluye tanto combinaciones como subcombinaciones de las varias características descritas anteriormente, así como variaciones y modificaciones de las mismas que no están en la técnica anterior, que se les ocurrirán a los expertos en la técnica tras leer la descripción anterior.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato que comprende:

5 un catéter cardíaco (14) adaptado para su introducción en un seno coronario de un corazón de un sujeto vivo; una pantalla (29); un dispositivo de imagenología fluoroscópica (37); y un procesador (23), que coopera con el dispositivo de imagenología fluoroscópica (37) y está configurado para realizar los pasos de:

10 importar datos de imágenes del corazón (71) obtenidas antes de la introducción del catéter cardíaco; representar los datos de la imagen como un primer modelo del corazón en un primer espacio de coordenadas, el primer modelo comprendiendo el seno coronario (55); posteriormente adquirir unos primeros datos de la imagen fluoroscópica del catéter cardíaco (14) en el seno coronario del corazón del sujeto vivo; y luego

15 adquirir unos segundos datos de la imagen fluoroscópica del catéter cardíaco (14) en el seno coronario del corazón del sujeto vivo, en donde los primeros y los segundos datos de la imagen fluoroscópica se adquieren antes y después de un movimiento del corazón; en donde los primeros y los segundos datos de la imagen fluoroscópica se sincronizan en un ciclo cardiorrespiratorio del sujeto vivo y el procesador está configurado además para realizar los pasos de:

20 usar los primeros y los segundos datos de la imagen fluoroscópica del catéter cardíaco (14) para preparar un segundo modelo del seno coronario en un segundo espacio de coordenadas; y transformar el primer modelo en el segundo espacio de coordenadas colocando el seno coronario del segundo modelo en registro con el seno coronario del primer modelo (77).

25 usando los datos de imagen fluoroscópica para preparar un segundo modelo del seno coronario en un segundo espacio de coordenadas; y transformando el primer modelo en el segundo espacio de coordenadas colocando el seno coronario del segundo modelo en registro con el seno coronario del primer modelo.

30 **2.** El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los datos de la imagen se obtienen por tomografía computarizada del corazón.

35 **3.** El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que los datos de la imagen se obtienen a partir de imagenología por resonancia magnética del corazón.

4. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en el que el primer modelo es un modelo tridimensional.

40 **5.** El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, en donde preparar un segundo modelo comprende reconstruir una trayectoria bidimensional del catéter cardíaco.

45 **6.** El aparato de acuerdo con la reivindicación 5, en el que preparar un segundo modelo comprende estimar una trayectoria tridimensional del catéter cardíaco a partir de la trayectoria bidimensional.

7. El aparato de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende además localizar una estructura cardíaca en el primer modelo transformado en el segundo espacio de coordenadas.

50

55

60

65

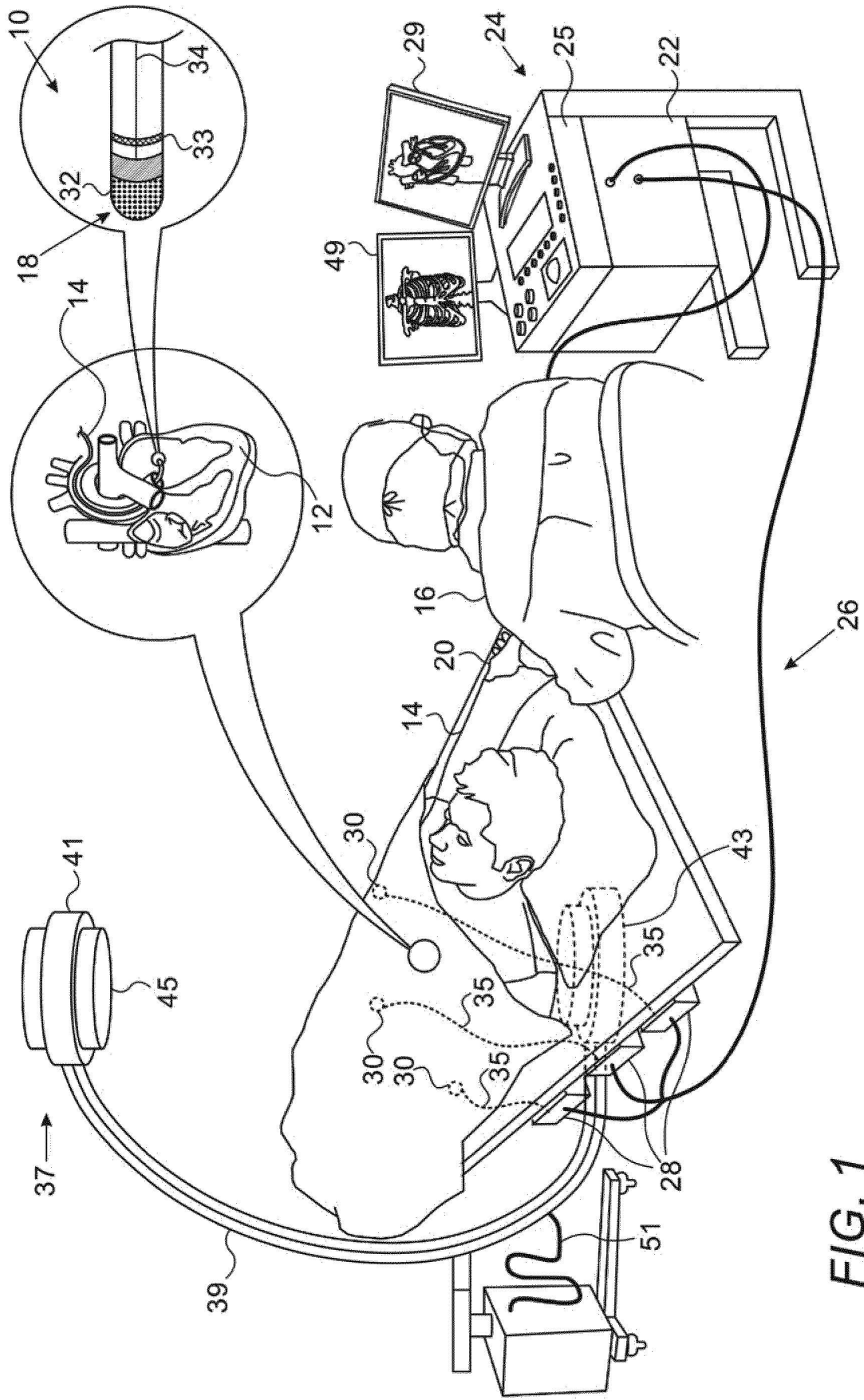


FIG. 1

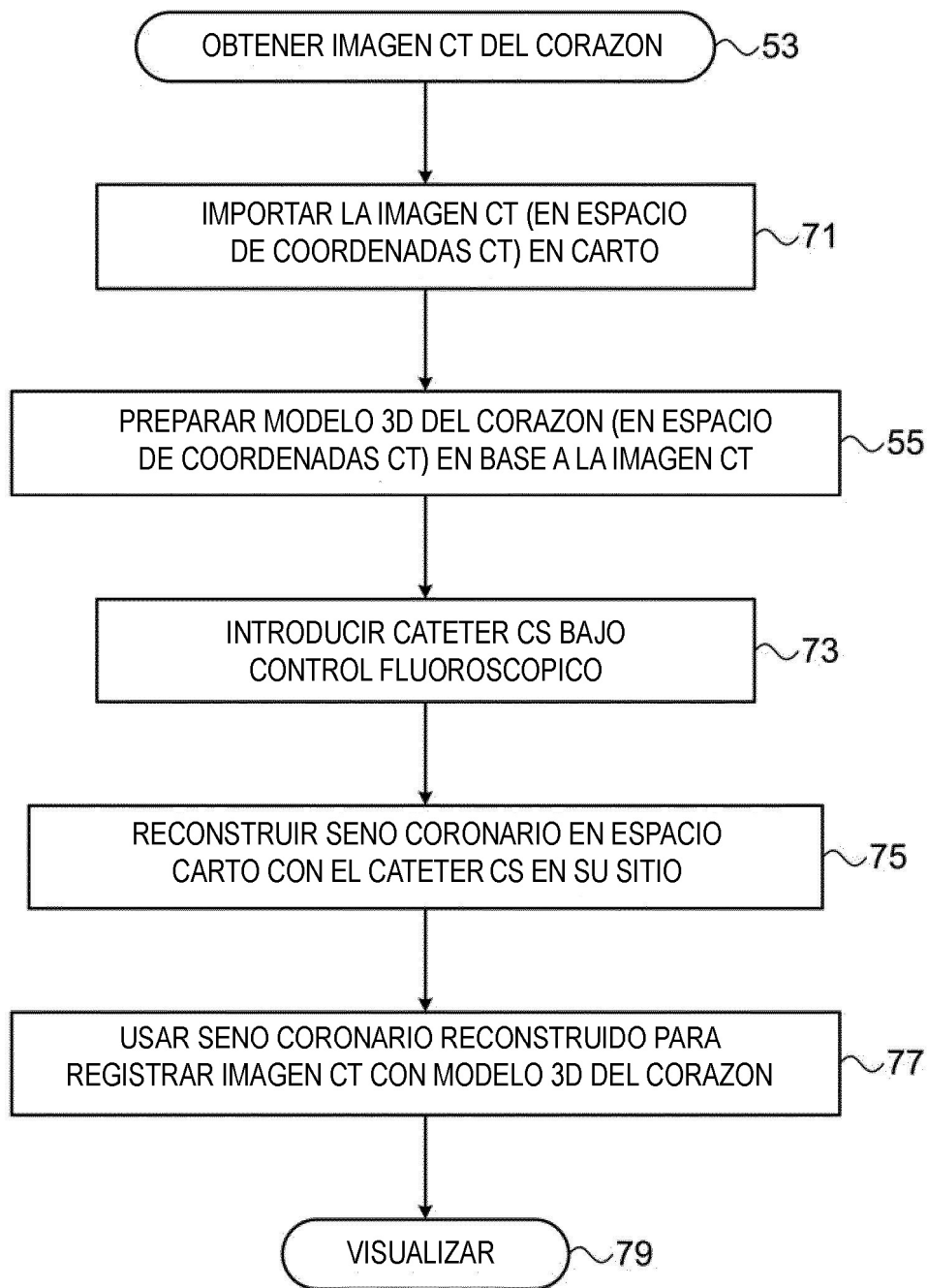


FIG. 2

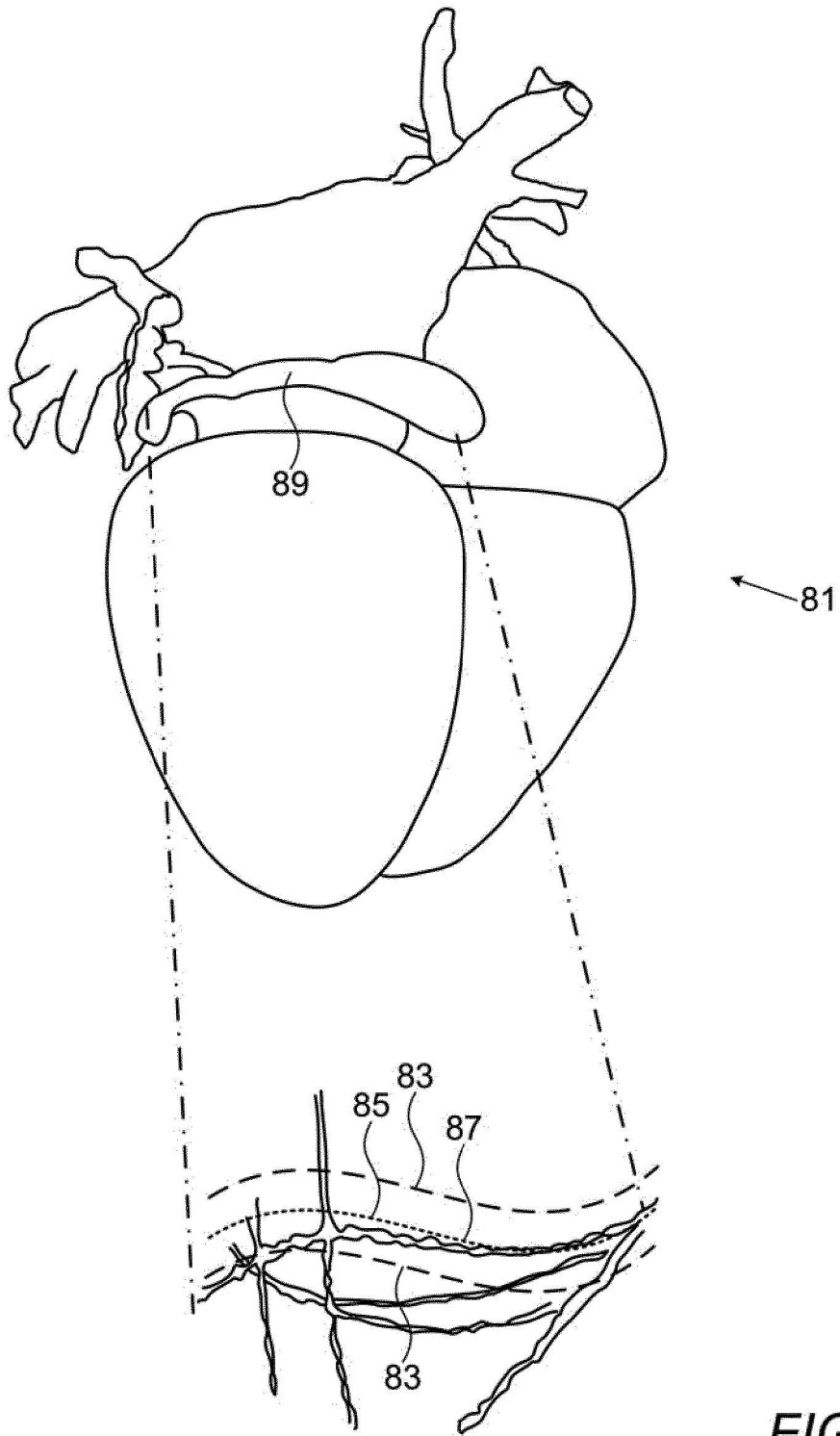


FIG. 3