

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 699 348**

51 Int. Cl.:

A61B 18/14 (2006.01)

A61B 18/00 (2006.01)

A61B 90/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.07.2015 E 15177934 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.10.2018 EP 2977021**

54 Título: **Catéter con múltiples electrodos irrigados y un sensor de fuerza**

30 Prioridad:

22.07.2014 US 201414338018

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

08.02.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**GOVARI, ASSAF;
BEECKLER, CHRISTOPHER THOMAS y
HETTEL, ROWAN OLUND**

74 Agente/Representante:

IZQUIERDO BLANCO, María Alicia

ES 2 699 348 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 múltiples electrodos irrigados y un sensor de fuerza

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere generalmente a catéteres que tienen electrodos, y especialmente a catéteres donde los electrodos se irrigan.

10 Antecedentes de la invención

Los procedimientos que implican ablación del corazón pueden usarse para curar una variedad de arritmias cardíacas, así como para dirigir fibrilación atrial. Estos procedimientos son conocidos en la técnica. Otros procedimientos médicos que usan ablación de tejido corporal, como el tratamiento de venas varicosas, también son conocidos en la técnica. La energía de ablación para estos procedimientos puede ser en forma de energía de radiofrecuencia (RF), que se suministra al tejido por medio de uno o más electrodos de un catéter usado para los procedimientos.

La aplicación de la energía de ablación al tejido corporal, si no se controla, puede llevar a un aumento indeseado de temperatura del tejido. Como consecuencia, es importante controlar la temperatura del tejido durante cualquier procedimiento quirúrgico que implique ablación. Un método para controlarla es irrigar el tejido mientras se está sometiendo a ablación.

EP2641555A1 desvela una sonda, que incluye un tubo de inserción y un electrodo montado en un extremo distal del tubo de inserción. Un sensor de fuerza se monta en el extremo distal del tubo de inserción. El sensor de fuerza tiene una abertura central y está configurado para medir una fuerza en el extremo distal. La sonda también incluye una tubería, que pasa a través de la abertura central, que está configurada para suministrar fluido de irrigación a través de las aberturas en el electrodo.

30 Resumen de la invención

La presente invención se define en la reivindicación 1 y en la reivindicación 5. Las realizaciones preferentes se definen en las reivindicaciones dependientes.

La presente divulgación se entenderá de manera más completa a partir de la siguiente descripción detallada de las realizaciones de la misma, tomada junto con los dibujos, donde:

Breve descripción de los dibujos

La Fig. 1 es una ilustración gráfica esquemática de un sistema de ablación con sonda de catéter, de acuerdo con una realización de la presente invención;

La Fig. 2 es una sección transversal esquemática de un extremo distal de una sonda de catéter usada en un ejemplo.

La Fig. 3 es una sección transversal esquemática de un extremo distal de una sonda de catéter usada en el sistema que tiene tubos de irrigación destinados, de acuerdo con la presente invención.

Descripción detallada de realizaciones**Resumen**

Una realización proporciona una sonda de catéter que típicamente se usa para un procedimiento mínimamente invasivo tal como ablación de tejido cardíaco. La sonda comprende un tubo de inserción, que, con el fin de ser mínimamente invasivo, normalmente tiene un diámetro exterior pequeño de aproximadamente 2 mm. Al menos un electrodo, y típicamente dos o más electrodos separados, están montados en el extremo distal del tubo de inserción (el extremo distal tiene aproximadamente el mismo diámetro que el tubo de inserción).

Montado en el extremo distal hay un sensor de fuerza, que mide la fuerza en el extremo distal cuando el extremo contacta con el tejido. (Controlar la fuerza permite que la ablación de tejido se realice de manera más precisa). El sensor de fuerza puede tener una forma tubular que contacta con la funda exterior del tubo de inserción. El sensor tiene una abertura central, que típicamente define un espacio central.

Uno o más electrodos tienen respectivos conjuntos de aberturas, que se usa para suministrar fluido de irrigación a los electrodos y al material del cuerpo en la región de los electrodos. La tubería de irrigación pasa a

través de la abertura central del sensor de fuerza, típicamente atravesando el espacio central del sensor, y está conectada con los electrodos. La tubería suministra fluido de irrigación a las aberturas de los electrodos.

5 Al usar la región “vacía” dentro del sensor de fuerza, esto es, la abertura central y el espacio central, para la tubería de irrigación, las realizaciones de la presente invención usan el espacio disponible (diámetro pequeño) en el extremo distal de manera extremadamente eficiente. Este uso eficiente del espacio significa que los electrodos del extremo distal pueden irrigarse durante la ablación, y también que la fuerza durante la ablación puede medirse, sin requerir ningún aumento en el diámetro de la sonda de catéter.

10 Descripción del sistema

15 Ahora se hace referencia a la Fig. 1, que es una ilustración gráfica esquemática de un sistema de ablación con sonda de catéter 10, y a la Fig. 2 que es una sección transversal esquemática de un extremo distal 12 de una sonda de catéter 14 usada en el sistema, de acuerdo con el ejemplo. En el sistema 10, la sonda 14 comprende un tubo de inserción 16, que se inserta en un lumen 18, como una cámara de un corazón 20, de un sujeto 22. La sonda la usa un operario 24 del sistema 10, durante un procedimiento que típicamente incluye realizar ablación del tejido corporal 26.

20 Para operación intracardiaca, el tubo de inserción 16 y el extremo distal 12 deberían tener generalmente un diámetro exterior muy pequeño, típicamente en el orden de 2-3 mm. Por lo tanto, todos los componentes internos de la sonda de catéter 14 también se hace lo más pequeños y finos posibles y están dispuestos, en la medida de lo posible, para evitar daño debido a pequeñas tensiones mecánicas.

25 El funcionamiento del sistema 10 se dirige por un controlador de sistema 30, que comprende una unidad procesadora 32 que comunica con una memoria 34, donde se almacena software para el funcionamiento del sistema 10. El controlador 30 es típicamente un ordenador personal de nivel industrial que comprende una unidad procesadora de ordenador de uso general. Sin embargo, en algunas realizaciones, al menos algunas de las funciones del controlador se realizan usando hardware o software diseñado a medida, como un circuito integrado de aplicación específica (CIAE) o una matriz programable de puertas (MPP). El controlador 30 está típicamente dirigido por un operario 24 que usa un dispositivo señalador 36 y una interfaz gráfica de usuario (IGU) 38, que permite al operario establecer parámetros del sistema 10. IGU 38 típicamente también muestra los resultados del procedimiento al operario.

35 El software en memoria 34 puede descargarse al controlador en forma electrónica, en una red, por ejemplo. Alternativamente o adicionalmente, el software puede proporcionarse en un medio tangible no transitorio, tales como medios de almacenamiento ópticos, magnéticos o electrónicos.

40 Uno o más electrodos están montados en el extremo distal 12. A modo de ejemplo, la Fig. 2 ilustra tres de tales electrodos: un primer electrodo 40, un segundo electrodo 42 y un tercer electrodo 44, estando los electrodos aislados uno del otro. Los electrodos comprenden típicamente capas metálicas finas formadas sobre una funda aislante 46 del tubo 16. Típicamente, el extremo distal tiene otros electrodos, aislados uno del otro y de los electrodos 40, 42 y 44, que por motivos de simplicidad no se muestran en el diagrama. A modo de ejemplo, se asume que el electrodo 40, en la extremidad del extremo distal, tiene la forma de una copa con una base llana, y aquí también es referido como el electrodo copa. El electrodo copa 40 típicamente tiene un grosor en el rango de aproximadamente 0,1 mm a aproximadamente 0,2 mm.

50 El segundo electrodo 42 tiene forma de anillo, y también aquí es referido como electrodo anillo 42. El electrodo anillo 42 está típicamente formado por metal que tiene un grosor similar al del electrodo copa. El tercer electrodo 44 tiene forma de protuberancia o bulto sobre la funda 46, y también es referido como electrodo bulto 44. El electrodo bulto 44 puede tener un grosor similar al de los electrodos copa o anillo, o en algunas realizaciones puede ser ligeramente más grueso. En la presente divulgación, los electrodos 40, 42 y 44, y otros electrodos del extremo distal, aquí también son referidos de manera colectiva como electrodos 40C.

55 Los electrodos 40C están conectados al controlador de sistema 30 mediante conductores en el tubo 16, no mostrados en las figuras. Como se describe más abajo, al menos uno de los electrodos se usa para extirpar tejido 26. Además de usarse para ablación, los electrodos realizan otras funciones, como se conoce en la técnica. Si es necesario, cuando se usa para otras funciones, el controlador 30 puede diferenciar entre las corrientes para las diferentes funciones mediante múltiples funciones. Por ejemplo, la potencia de ablación con radiofrecuencia (RF) puede proporcionarse a frecuencias del orden de cientos de kHz, mientras que las frecuencias de detección de posición pueden ser a frecuencia del orden de 1 kHz. Un método para evaluar la posición del extremo distal 12 que usa impedancias medidas con respecto a los electrodos se desvela en la solicitud de patente de Estados Unidos 2010/0079158 de Bar-Tal et al.

65 El controlador de sistema 30 comprende un módulo de fuerza 48, un módulo de ablación RF 50, un módulo de irrigación 52 y un módulo de rastreo 54. La unidad procesadora 32 usa el módulo de fuerza para generar y medir señales suministradas a, y recibidas de, un sensor de fuerza 58 en el extremo distal 12 con el fin de medir la

magnitud y dirección de la fuerza en el extremo distal. El funcionamiento y construcción del sensor de fuerza 58 se describe con más detalle más abajo.

5 La unidad procesadora 32 usa el módulo de ablación para monitorizar y controlar los parámetros de ablación tales como la potencia de ablación aplicada por medio de uno o más electrodos 40C. El módulo también monitoriza y controla la duración de la ablación que se proporciona.

10 Típicamente, durante la ablación, se genera calor en el electrodo o electrodos que están proporcionando la ablación, así como en la región circundante. Con el fin de disipar el calor y mejorar la eficiencia del proceso de ablación, el sistema 10 suministra fluido de irrigación al extremo distal 12. El sistema 10 usa el módulo de irrigación 52 para monitorizar y controlar los parámetros de irrigación, así como la velocidad de flujo y la temperatura del fluido de irrigación, como se describe con más detalle más abajo.

15 La unidad 32 usa el módulo de rastreo 54 para monitorizar la localización y orientación del extremo distal en relación con el paciente 22. La monitorización puede implementarse mediante cualquier método de rastreo conocido en la técnica, como el proporcionado en el sistema Carto3® producido por Biosense Webster de Diamond Bar, CA. Este sistema usa elementos transmisores y receptores magnéticos de radiofrecuencia (RF) externos al paciente 22 y dentro del extremo distal 12. Alternativamente o adicionalmente, el rastreo puede implementarse con impedancias medidoras entre uno o más electrodos 40C, y electrodos parches unidos a la piel del paciente 22, como también proporciona el sistema Carto3®. Por motivos de simplicidad, los elementos específicos al rastreo y que usa el módulo 54, como los elementos y los electrodos parches referidos anteriormente, no se muestran en la Fig. 1.

20 Como se muestra en la Fig. 2, el extremo distal 12 está conectado al tubo de inserción 16. El extremo tiene montados electrodos 40C sobre él, y el sensor de fuerza 58 está montado dentro del extremo distal 12. Los aspectos de un sensor de fuerza similar al sensor de fuerza 58 se describen en la solicitud de patente de Estados Unidos 2009/0093806, de Govari et al., presentada el 8 de octubre, 2007, y en la solicitud de patente de Estados Unidos 2011/0130648 de Beeckler et al., presentada el 30 de noviembre, 2009.

30 La Fig. 2 muestra una vista esquemática en sección del sensor de fuerza 58. El sensor de fuerza 58 comprende un miembro elástico de acople 60, que forma una junta con resorte 62 entre dos extremos del miembro de acople. A modo de ejemplo, se asume que el miembro de acople está formado en dos partes, una primera parte 64 y una segunda parte 66, estando las dos partes unidas de manera fija. Las dos partes del miembro de acople 60 son generalmente tubulares, y están unidas para que el miembro de acople 60 tenga también una forma tubular con una abertura central 68. Aunque no hay necesidad de que el miembro de acople 60 esté formado por dos partes, la implementación de dos partes simplifica el montaje de elementos que forman el sensor de fuerza, así como otros elementos montados en el extremo distal, en el miembro. Típicamente, el miembro de acople 60 está formado por una aleación superelástica, como níquel-titanio (Nitinol).

40 El miembro de acople 60 tiene típicamente una o más hélices 70 cortadas en una parte de la longitud de la primera parte 64 del miembro, de manera que el miembro se comporta como un resorte. En una realización aquí descrita, e ilustrada en la Fig. 2, las hélices 70 se forman como dos hélices entrecruzadas, una primera hélice cortada 72 y una segunda hélice cortada 74, que también aquí son referidas como una hélice doble. Sin embargo, el miembro de acople 60 puede tener cualquier número entero positivo de hélices, y aquellos expertos en la técnica serán capaces de adaptar la presente descripción sin excesiva experimentación para abarcar números de hélices diferentes a dos. Alternativamente, el miembro de acople puede comprender un resorte helicoidal o cualquier otro tipo adecuado de componente elástico con características similares de flexibilidad y fuerza a aquellos generados por uno o más cortes helicoidales tubulares, referidos anteriormente.

50 El miembro de acople 60 está montado dentro y cubierto por la funda 46, que está típicamente formada por material plástico flexible. El miembro 60 tiene típicamente un diámetro externo que es aproximadamente igual al diámetro interno de la funda 46. Esta configuración, que tiene el diámetro externo del miembro de acople lo más grande posible, aumenta la sensibilidad del sensor de fuerza 58. Además, como se explica más abajo, el diámetro relativamente grande del miembro de acople tubular, y sus paredes relativamente finas, proporcionan un espacio central 61 rodeado dentro del miembro de acople que se usa por otros elementos, descritos más abajo, en el extremo distal.

60 Cuando se usa la sonda del catéter 14, por ejemplo, en la ablación de tejido endocárdico al administrar energía eléctrica RF a través de electrodos 40C, se genera un calor considerable en el área del extremo distal 12. Por este motivo, es deseable que la funda 46 comprenda un material plástico resistente al calor, como poliuretano, cuya forma y elasticidad no estén sustancialmente afectados por la exposición al calor.

65 Dentro del sensor de fuerza 58, típicamente dentro del espacio central del miembro de acople, un montaje de detección de junta, que comprende bobinas 76, 78, 80 y 82, proporciona una lectura precisa de cualquier cambio dimensional en la junta 62, incluyendo desplazamiento axial y desviación angular de la junta. Estas bobinas son un tipo de transductor magnético que puede usarse. Un "transductor magnético", en el contexto de la presente solicitud de patente y en las reivindicaciones, significa un dispositivo que genera un campo magnético en respuesta a una

corriente eléctrica aplicada y/o produce una señal eléctrica en respuesta a un campo magnético aplicado. Aunque las realizaciones aquí descritas usan bobinas como transductores magnéticos, pueden usarse otros tipos de transductores magnéticos en realizaciones alternativas, como será aparente para aquellos expertos en la técnica.

5 Las bobinas en el montaje de detección están divididas entre dos submontajes en lados opuestos de la junta 62: un submontaje comprende la bobina 82, que se activa por una corriente por medio de un cable (no mostrado) desde el controlador 30 y el módulo de fuerza 48, para generar un campo magnético. Este campo lo recibe un segundo submontaje, que comprende las bobinas 76, 78 y 89, que están situadas en una sección del extremo distal y que están separadas axialmente de la bobina 82. El término “axial”, como se usa en el contexto de la presente solicitud de patente en las reivindicaciones, se refiere a la dirección de un eje longitudinal de simetría 84 del extremo distal 12. Un plano axial es un plano perpendicular a este eje longitudinal, y una sección axial es una parte del catéter contenida entre dos planos axiales. La bobina 82 tiene típicamente un eje de simetría generalmente paralelo a y coincidente con el eje 84.

15 Las bobinas 76, 78 y 80 están fijadas al extremo distal 12 en diferentes localizaciones radiales. (El término “radial” se refiere a coordenadas relativas al eje 84). Específicamente, en esta realización, las bobinas 76, 78 y 80 están todas localizadas en el mismo plano axial en diferentes ángulos acimutales alrededor del eje del catéter, y tienen respectivos ejes de simetría generalmente paralelos al eje 84. Por ejemplo, las tres bobinas pueden estar separadas acimutalmente 120° en la misma distancia radial desde el eje.

20 Las bobinas 76, 78 y 80 generan señales eléctricas en respuesta al campo magnético transmitido por la bobina 82. Un cable (no mostrado) transporta estas señales al controlador 30, que usa el módulo de fuerza 48 para procesar las señales con el fin de medir el desplazamiento de la junta 62 paralela al eje 84, así como para medir la desviación angular de la junta desde el eje. A partir del desplazamiento y desviación medidos, el controlador 30 es capaz de evaluar, típicamente usando una tabla de calibración previamente determinada almacenada en el módulo de fuerza 48, una magnitud y una dirección de la fuerza en la junta 62.

25 El controlador 30 usa el módulo de rastreo 54 para medir la localización y orientación del extremo distal 12. El método de medición puede ser cualquier proceso conveniente conocido en la técnica. En una realización, los campos magnéticos generados externos al paciente 22 crean señales eléctricas en elementos en el extremo distal, y el controlador 30 usa los niveles de señal eléctrica para evaluar la localización y orientación del extremo distal. Alternativamente, los campos magnéticos pueden generarse en el extremo distal, y las señales eléctricas creadas por los campos pueden medirse externas al paciente 22. Por motivos de simplicidad, los elementos en el extremo distal 12 que se usan para rastrear el extremo distal no se muestran en la Fig. 2. Sin embargo, donde estos elementos comprenden bobinas, al menos algunas de las bobinas 76, 78, 80 y 82 pueden usarse como los elementos de rastreo requeridos en el extremo distal, además de su uso como elementos del sensor de fuerza 58.

30 Al menos algunos de los electrodos 40C están configurados para tener pequeñas aberturas de irrigación. Las aberturas típicamente tienen diámetros en un rango aproximado de 0,1 – 0,2 mm. En la realización aquí descrita, el electrodo copa 40, el electrodo anillo 42 y el electrodo bulto 44 tienen respectivos conjuntos de aberturas de irrigación 86, 88 y 90. El fluido de irrigación para las aberturas lo suministra el módulo de irrigación 52, que usa la tubería 92 para transferir el fluido a los conjuntos de aberturas de irrigación.

35 El fluido de irrigación es típicamente solución salina normal, y la velocidad de flujo del fluido, controlada por el módulo 52, está típicamente en el rango de aproximadamente 10 – 20 cc/minuto, pero puede ser superior o inferior a este rango.

40 La tubería 92 está orientada a los electrodos disponiéndola para que pase a través y de la abertura central 68 y atravesase el espacio central 61 del miembro 60. Al pasar la tubería 92 a través de la abertura para atravesar el espacio central del miembro de acople la tubería no tiene demandas extras sobre los requisitos dimensionales, particularmente el diámetro, del extremo distal, diferentes de los requeridos para el sensor de fuerza 58. En algunas realizaciones, la tubería puede también estar orientada para pasar a través de una o más bobinas 76, 78, 80 y 82, aumentando además la eficiencia del uso de espacio dentro del extremo distal.

45 Con el fin de suministrar a cada uno de los electrodos 40C, la tubería 92 conecta con los tubos de irrigación 94, 96 y 98, que suministran a las aberturas de irrigación en los respectivos electrodos 40, 42 y 44.

50 En algunas realizaciones, se colocan válvulas, operadas por el controlador 30 usando el módulo de irrigación 52, en al menos uno de los tubos 94, 96 y 98, permitiendo que el controlador fije y/o cambio la velocidad de flujo del fluido de irrigación a los tubos individuales. A modo de ejemplo, se asume que los tubos 94, 96 y 98 tienen el flujo de irrigación a través de los tubos controlados por las respectivas válvulas 100, 102 y 104. Como se ilustra en la Fig. 2, típicamente al menos algunos de los tubos 94, 96 y 98, y las válvulas 100, 102 y 104, están situadas dentro del espacio central 61.

65

Al usar las válvulas, el controlador 30 puede fijar la velocidad de flujo a los electrodos individuales de acuerdo con la función realizada por el electrodo. Por ejemplo, si un electrodo se está usando para ablación, el controlador 30 puede aumentar la velocidad de flujo a través del electrodo en comparación con cuando el electrodo no se está usando para ablación. Alternativamente o adicionalmente, el controlador 30 puede alterar la velocidad de flujo a un electrodo particular de acuerdo con un valor de un parámetro medido por un sensor en el extremo distal. Tales parámetros incluyen la magnitud de la fuerza medida por el sensor de fuerza 58, así como la dirección de la fuerza medida por el sensor de fuerza. Otros sensores que el controlador puede usar para alterar la velocidad de flujo incluyen un sensor de temperatura en el extremo distal.

Típicamente, el controlador 30 y el módulo de irrigación 52 mantienen una velocidad mínima de flujo de fluido de irrigación a través de cada uno de los tubos 94, 96 y 98 y sus respectivos electrodos, para prevenir que la sangre entre a los tubos, la tubería y las aberturas de irrigación de los electrodos.

En algunas realizaciones, en lugar de tener fluido de irrigación suministrado a los electrodos separados por medio de una tubería común 92, que después conecta con tubos separados para cada electrodo, se usan tubos de irrigación separados para cada electrodo desde el módulo 52 a través de la sonda 14. Como con los tubos 94, 96 y 98, el controlador 30 es capaz de ajustar la velocidad de flujo de irrigación a través de cada uno de los tubos separados.

Un ejemplo de una realización se ilustra en la Fig. 3 que presenta electrodos 40C en forma de electrodo de copa 110 y electrodo de anillo 112 que se suministran por tubos dedicados de irrigación 114 y 116, respectivamente. Como con la realización mostrada en la Fig. 2, el extremo distal 12 está conectado al tubo de inserción 16. El extremo distal tiene montados sobre él electrodos 40C, y un sensor de fuerza 58 está montado dentro del extremo distal. Mostrado esquemáticamente en la sección, el sensor de fuerza 58 comprende un miembro de acople tubular elástico 118 que tiene una abertura central 120, que forma una junta con resorte 122 entre dos extremos del miembro de acople. Como se ha descrito anteriormente, el miembro de acople 118 puede estar formado a partir de una primera parte 124 y una segunda parte 126 unidas de manera fija. Similarmente, el miembro de acople 118 puede estar formado por una aleación superelástica.

El miembro de acople 118 puede tener una hélice doble que incluye una primera hélice cortada 128 y una segunda hélice cortada 130 en una parte de la longitud de la primera parte 124 del miembro, de manera que el miembro se comporta como un resorte. El miembro de acople 118 puede estar montado dentro de y cubierto por una funda 134, que está típicamente formada por un material plástico flexible.

Dentro del sensor de fuerza 58, un montaje de detección de junta, que comprende bobinas receptoras 134, 136 y 138 y una bobina transmisora 140, proporcionan una lectura precisa de cualquier cambio dimensional en la junta 122 como se ha descrito anteriormente. Esta realización también presenta bobinas elípticas 142 y 144 configuradas para detectar un campo aplicado externamente para facilitar el posicionamiento del extremo distal 12 en una localización deseada dentro del sujeto 22. Las bobinas receptoras 135, 136 y 138 pueden estar situadas dentro de un plano axial como se ha descrito anteriormente y las bobinas elípticas 142 y 144 en otro. Estas bobinas pueden usarse junto con el módulo de fuerza 48 y/o el módulo de rastreo 54 como se ha descrito previamente.

Como se muestra, los electrodos 40C pueden tener conjuntos de aberturas de irrigación 146 y 148 para el electrodo copa 110 y el electrodo anillo 112, respectivamente. La primera tubería 114 está orientada al electrodo copa 110 al estar dispuesta para pasar a través de la abertura central 68 de la manera previamente descrita. La segunda tubería 116 está orientada al electrodo anillo 112 al pasar a través de la abertura central 68 y comunicándose con el desviador de flujo 150 que está configurado para redirigir el fluido de irrigación desde una dirección principalmente axial a una dirección principalmente radial. Las tuberías 114 y 116 pueden suministrar independientemente fluido de irrigación con el controlador 30 usando el módulo de irrigación 52 para proporcionar un control separado de velocidades de flujo al electrodo copa 110 y al electrodo anillo 112 para conseguir la funcionalidad mencionada anteriormente.

En esta realización, el desviador de flujo 150 puede estar colocado dentro o cerca del plano axial de bobinas elípticas 142 y 144. Por ejemplo, el desviador de flujo 150 y las bobinas elípticas 142, 144 pueden estar separadas radialmente alrededor del eje del catéter 84 en diferentes ángulos acimutales. Esta configuración permite que el desviador de flujo 150, y por lo tanto el electrodo anillo 112, se coloquen relativamente distalmente sin interferir con la funcionalidad del sensor de fuerza 58. Puede ser deseable reducir la distancia entre el electrodo copa 110 y el electrodo anillo 112 para proporcionar una ablación eficiente del tejido entre los electrodos. Al mismo tiempo, puede ser deseable colocar el electrodo anillo 112 proximal a la junta con resorte 122 para reducir la distancia entre el electrodo copa 110 y el sensor de fuerza 58, de manera que el sensor de fuerza 58 pueda proporcionar una indicación más precisa de la posición del electrodo copa 110.

Se apreciará que las realizaciones descritas anteriormente se citan a modo de ejemplo, y que la presente invención no se limita a lo que se ha mostrado y descrito de manera particular anteriormente. En su lugar, el alcance de la presente invención incluye combinaciones y sub-combinaciones de las varias características descritas

anteriormente, así como variaciones y modificaciones de las mismas que se les ocurrirán a personas expertas en la técnica después de leer la descripción anterior y que no se desvelan en la técnica anterior.

REIVINDICACIONES

- 1.** Una sonda (10), que comprende:
 un tubo de inserción (16),
 5 un electrodo distal (110) montado en el extremo distal (12) del tubo de inserción (16);
 un sensor de fuerza (58) montado en el extremo distal (12), teniendo el sensor de fuerza (58) una abertura central (120) y estando configurado para medir una fuerza en el extremo distal (12);
 un electrodo proximal (112) montado proximal al sensor de fuerza (58);
 10 una primera tubería (114), que recorre desde un extremo proximal del tubo de inserción (16) al extremo distal (12), pasando a través de la abertura central (120), y configurada para suministrar fluido de irrigación a través de aberturas (148) en el electrodo distal (110);
 una segunda tubería (116), que recorre desde un extremo proximal del tubo de inserción (16), entrando en la abertura central (120), y configurada para suministrar fluido de irrigación a través de aberturas (146) en el electrodo proximal (112);
 15 donde el sensor de fuerza tiene una forma tubular que rodea un espacio central, donde la primera tubería (114) atraviesa el espacio central y donde la segunda tubería (116) entra en el espacio central; y
 que además comprende un desviador de flujo (150) colocado dentro del espacio central del sensor de fuerza, donde el desviador de flujo (150) está en comunicación fluida con la segunda tubería (116); y
 20 donde el sensor de fuerza (58) comprende al menos una bobina (142, 144), y donde el desviador de flujo (150) está colocado dentro del mismo plano axial que al menos una bobina (142, 144).
- 2.** La sonda de acuerdo con la reivindicación 1, y que comprende un controlador configurado para implementar las respectivas velocidades de flujo del fluido de irrigación a los respectivos conjuntos de aberturas.
- 3.** La sonda de acuerdo con la reivindicación 2, donde el controlador está configurado para fijar al menos una de las respectivas velocidades de flujo en respuesta a la fuerza en el extremo distal.
- 4.** La sonda de acuerdo con la reivindicación 1, donde el desviador de flujo está configurado para redirigir el fluido de irrigación desde una dirección principalmente axial a una dirección principalmente radial para suministrar a aberturas en el electrodo proximal.
- 5.** Un método, que comprende:
 proporcionar un tubo de inserción (16);
 35 montar un electrodo distal (110) en un extremo distal (12) del tubo de inserción (16);
 montar un sensor de fuerza (58) en el extremo distal (12), teniendo el sensor de fuerza (58) una abertura central y estando configurado para medir una fuerza en el extremo distal (12);
 montar un electrodo proximal (112) proximal al sensor de fuerza (58);
 pasar una primera tubería (114), que recorre desde un extremo proximal del tubo de inserción (16) a través de la
 40 abertura central (120), estando configurada la primera tubería (114) para suministrar fluido de irrigación a través de aberturas (148) en el electrodo distal;
 pasar una segunda tubería (116), que recorre desde el extremo proximal del tubo de inserción (16) y que entra en la abertura central (120), estando configurada la segunda tubería (116) para suministrar fluido de irrigación a través de aberturas (146) en el electrodo proximal (112);
 45 donde el sensor de fuerza (58) tiene una forma tubular que rodea un espacio central, y donde la primera tubería (114) atraviesa el espacio central y donde la segunda tubería (116) entra en el espacio central;
 que además comprende dirigir el fluido de irrigación desde la segunda tubería (116) a través del desviador de flujo (150) colocado dentro del espacio central del sensor de fuerza (58), donde el desviador de flujo (150) está en comunicación fluida con la segunda tubería (116); y
 50 donde el sensor de fuerza (58) comprende al menos una bobina (142, 144), y donde la primera tubería (114) está orientada a través de la menos una bobina (142, 144) y donde el desviador de flujo (150) está colocado dentro del mismo plano axial que al menos una bobina (142, 144).
- 6.** El método de acuerdo con la reivindicación 5, y que comprende implementar las respectivas velocidades de flujo del fluido de irrigación a la primera y segunda tubería.
- 7.** El método de acuerdo con la reivindicación 6, y que comprende fijar al menos una de las respectivas velocidades de flujo en respuesta a la fuerza sobre el extremo distal.
- 8.** El método de acuerdo con la reivindicación 5, que además comprende redirigir el fluido de irrigación desde una
 60 dirección principalmente axial a una dirección principalmente radial para suministrar a aberturas en el electrodo proximal con el desviador de flujo.



