

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 977 595**

51 Int. Cl.:

**A61B 18/18**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **01.10.2019** **PCT/EP2019/076567**

87 Fecha y número de publicación internacional: **09.04.2020** **WO20070113**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **01.10.2019** **E 19780241 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **21.02.2024** **EP 3860487**

54 Título: **Instrumento electroquirúrgico**

30 Prioridad:

**03.10.2018 GB 201816128**

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

**27.08.2024**

73 Titular/es:

**CREO MEDICAL LIMITED (100.0%)**  
**Creo House Unit 2, Beaufort Park, Beaufort Park**  
**Way**  
**Chepsto, Wales NP16 5UH, GB**

72 Inventor/es:

**HANCOCK, CHRISTOPHER PAUL;**  
**GEORGE, ULLRICH;**  
**MORRIS, STEVE;**  
**WEBB, DAVID;**  
**PRESTON, SHAUN;**  
**GEOGHEGAN, LEIF;**  
**CROCKER, DAN y**  
**SWAIN, SANDRA**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 977 595 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

Instrumento electroquirúrgico

## 5 Campo de la invención

La invención se refiere a un instrumento electroquirúrgico para suministrar energía de microondas y/o de radiofrecuencia a un tejido biológico con el fin de realizar la ablación del tejido diana. El instrumento electroquirúrgico incluye un canal de administración de fluidos acoplado a una aguja para administrar fluidos a un lugar de tratamiento. La sonda puede insertarse a través de un canal de un endoscopio o catéter, o puede utilizarse en cirugía laparoscópica o cirugía abierta.

## Antecedentes de la invención

El documento US 6770070 B1 divulga un instrumento electroquirúrgico. Se ha descubierto que la energía electromagnética (EM) y, en especial, la energía de radiofrecuencia (RF), es útil en operaciones electroquirúrgicas, por su capacidad para cortar, coagular y conseguir la ablación de tejido corporal. Normalmente, el equipo para suministrar energía EM al tejido corporal incluye un generador que comprende una fuente de energía EM y un instrumento electroquirúrgico conectado al generador, para suministrar la energía al tejido. Los instrumentos electroquirúrgicos convencionales a menudo están diseñados para insertarse percutáneamente en el cuerpo del paciente. Sin embargo, puede ser difícil ubicar el instrumento por vía percutánea en el cuerpo, por ejemplo, si el sitio diana está en un pulmón en movimiento o en una sección de paredes delgadas del tracto gastrointestinal (GI). Se pueden suministrar otros instrumentos electroquirúrgicos a un sitio diana mediante un dispositivo de exploración quirúrgica (por ejemplo, un endoscopio) que se puede hacer pasar a través de canales en el cuerpo, tales como las vías respiratorias o la luz del esófago o del colon. Esto permite realizar tratamientos mínimamente invasivos, lo que puede reducir el índice de mortalidad de los pacientes y reducir los índices de complicaciones intraoperatorias y posoperatorias.

La ablación de tejido usando energía EM de microondas se basa en el hecho de que el tejido biológico está compuesto en gran parte de agua. El tejido de los órganos blandos humanos suele tener entre el 70 % y el 80 % de contenido en agua. Las moléculas de agua tienen un momento dipolar eléctrico permanente, lo que significa que existe un desequilibrio de carga a través de la molécula. Este desequilibrio de carga hace que las moléculas se muevan en respuesta a las fuerzas generadas por la aplicación de un campo eléctrico variable en el tiempo a medida que las moléculas giran para alinear su momento dipolar eléctrico con la polaridad del campo aplicado. En las frecuencias de microondas, las oscilaciones moleculares rápidas producen un calentamiento por fricción y la consiguiente disipación de la energía de campo en forma de calor. Esto se conoce como calentamiento dieléctrico.

Este principio se emplea en tratamientos de ablación por microondas, en donde las moléculas de agua en el tejido diana se calientan rápidamente mediante la aplicación de un campo electromagnético localizado en frecuencias de microondas, lo que produce la coagulación del tejido y la muerte celular. Se conoce el uso de sondas emisoras de microondas para tratar diversas afecciones en los pulmones y otros órganos. Por ejemplo, en los pulmones, puede usarse radiación de microondas para tratar el asma y realizar la ablación de tumores o lesiones.

La energía EM de RF se puede utilizar para cortar y/o coagular tejido biológico. El método de corte que emplea energía de RF funciona basándose en el principio de que a medida que una corriente eléctrica pasa a través de una matriz de tejido (ayudada por el contenido iónico de las células, es decir, sodio y potasio), la impedancia al flujo de electrones a través del tejido genera calor. Cuando se aplica una onda sinusoidal pura a la matriz de tejido, se genera suficiente calor dentro de las células para evaporar el contenido acuoso del tejido. Por tanto, hay un gran aumento en la presión interna de la célula que no puede ser controlado por la membrana celular, lo que da como resultado la ruptura celular. Cuando esto ocurre en una superficie amplia, se puede ver que el tejido ha sido seccionado.

La coagulación por RF funciona aplicando una forma de onda menos eficiente al tejido, de modo que, en lugar de evaporarse, el contenido de la célula se calienta hasta aproximadamente 65 °C. Esto seca el tejido por desecación y también desnaturaliza las proteínas en las paredes de los vasos y el colágeno que forma la pared celular. La desnaturalización de las proteínas actúa como un estímulo para una cascada de coagulación, por lo que se mejora la coagulación. Al mismo tiempo, el colágeno en la pared celular se desnaturaliza desde una molécula similar a un bastón a una bobina, lo que hace que el vaso se contraiga y reduzca su tamaño, dando al coágulo un punto de anclaje y una superficie más pequeña que taponar.

Algunos instrumentos electroquirúrgicos pueden usarse con un sistema de administración de fluidos para administrar un fluido (por ejemplo, líquido y/o gas) a un lugar de tratamiento. En algunos casos, el sistema de administración de fluidos puede usarse para administrar medicación líquida a un lugar de tratamiento. Por ejemplo, se sabe que puede administrar adrenalina en el lugar de una hemorragia para contraer los vasos sanguíneos durante hemorragias graves.

Como otro ejemplo, el sistema de administración de fluidos puede usarse para suministrar gas argón a un lugar de tratamiento, para realizar la coagulación con plasma de argón ("argon plasma coagulation", APC). La APC es una

técnica quirúrgica para controlar las hemorragias de una manera que no requiere contacto físico entre el instrumento electroquirúrgico y el tejido diana. En la APC, se ioniza un chorro de argón con la energía de microondas y/o de RF suministrada por el instrumento electroquirúrgico para provocar la coagulación y controlar las hemorragias.

## 5 Sumario de la invención

La invención se define en las reivindicaciones adjuntas.

La presente divulgación presenta dos aspectos, que podrán proporcionarse juntos o por separado.

10 En un primer aspecto, la invención proporciona un instrumento electroquirúrgico para llevar a cabo la hemostasia irradiando energía de microondas desde una punta distal, en el que los electrodos conductores desde los que se irradia la energía de microondas están recubiertos con un material aislante antiadherente.

15 En un segundo aspecto, la invención proporciona un instrumento electroquirúrgico para llevar a cabo la hemostasia utilizando energía electromagnética (EM) de radiofrecuencia (RF) o microondas, en el que una punta distal del instrumento comprende una aguja hueca conductora para transportar fluidos hacia o desde un lugar de tratamiento, en donde la aguja hueca está eléctricamente conectada a tierra.

20 Para el primer aspecto, los inventores han descubierto que, cuando el tejido se coagula o se ablaiona, puede tener tendencia a adherirse a la punta del instrumento. Esto puede provocar daños en el tejido o provocar hemorragias cuando se retira la punta del instrumento del lugar de tratamiento. El hecho de proporcionar un recubrimiento antiadherente sobre al menos los elementos conductores (por ejemplo, electrodos) desde los que se irradia la energía de microondas sirve para evitar que el tejido se adhiera a la punta del instrumento. En algunos ejemplos, toda la punta  
25 del instrumento puede estar recubierta. El hecho de proporcionar un recubrimiento antiadherente puede facilitar la retirada de la punta del instrumento de un lugar de tratamiento después de la aplicación de energía de microondas. El recubrimiento antiadherente puede fabricarse con un material biocompatible, tal como parileno C o parileno D.

Los inventores se han dado cuenta de que la hemostasia se puede realizar eficazmente utilizando energía de  
30 microondas irradiada. Cuando se utiliza energía de microondas, el recubrimiento antiadherente puede ser aislante (es decir, no conductor), a medida que la energía de microondas se irradia desde la estructura irradiante. Se conocen diversos materiales aislantes, biocompatibles y antiadherentes, que pueden usarse para este fin. En cambio, la hemostasia se realiza convencionalmente utilizando energía de RF. En este caso, no se puede utilizar ningún recubrimiento antiadherente aislante, ya que los electrodos deben estar expuestos para permitir que la corriente de  
35 RF fluya hacia el tejido diana. Los inventores no conocen ningún material adecuado que sea biocompatible, conductivo y antiadherente que podría usarse para proporcionar un recubrimiento antiadherente para un dispositivo que lleva a cabo la hemostasia suministrando energía por conducción. Por tanto, realizar la hemostasia con energía de microondas irradiada permite recubrir la punta del instrumento con un material aislante antiadherente, lo que puede evitar que el tejido se adhiera a la punta del instrumento y facilitar el uso del instrumento.

40 Para el segundo aspecto, los inventores han descubierto que, cuando la aguja hueca no está conectada a tierra (por ejemplo, cuando se mantiene en el aire), puede interferir con la energía de microondas y/o de RF emitida por el instrumento electroquirúrgico. Los inventores han descubierto que los efectos de interferencia causados por una aguja hueca sin conexión a tierra se notan especialmente en energías de microondas. Esto puede provocar que se distorsione el perfil de radiación del instrumento electroquirúrgico y/o que se reduzca la eficiencia con la que se  
45 suministra la energía EM al tejido diana.

Los inventores han descubierto que al conectar a tierra la aguja hueca, se puede reducir la interferencia de la aguja hueca con la energía de microondas y/o de RF emitida por el instrumento electroquirúrgico. Esto puede servir para  
50 mejorar la forma del perfil de radiación del instrumento electroquirúrgico, por ejemplo, al evitar que se extienda demasiado hacia delante de la punta distal cuando se extiende la aguja. Esto puede mejorar la eficiencia con la que la energía EM se suministra al tejido diana, por ejemplo, al asegurar que la energía suministrada se limite a la proximidad inmediata de la punta distal. Como resultado, se puede mejorar el control del suministro de energía EM al tejido diana.

55 Según el primer aspecto, se puede proporcionar un instrumento electroquirúrgico que comprende: un cable de alimentación coaxial para transportar energía de microondas, teniendo el cable de alimentación coaxial un conductor interno, un conductor externo y un material dieléctrico que separa el conductor interno y el conductor externo; una punta del instrumento dispuesta en un extremo distal del cable de alimentación coaxial para recibir la energía de  
60 microondas y/o la energía de radiofrecuencia; y un canal de fluidos para transportar fluidos a la punta del instrumento, en donde la punta del instrumento comprende: una estructura irradiante para irradiar la energía de microondas al tejido biológico; y una aguja hueca en comunicación fluida con el canal de fluidos, estando dispuesta la aguja hueca para suministrar fluidos desde el canal de fluidos a un lugar de tratamiento, y en donde la estructura irradiante está recubierta con un material aislante antiadherente.

65 El material aislante antiadherente se puede aplicar como un recubrimiento sobre toda o parte de la punta del

instrumento. Por ejemplo, la punta del instrumento puede estar recubierta con el material aislante antiadherente, o el recubrimiento puede limitarse a la estructura irradiante.

El recubrimiento del material aislante antiadherente podrá tener un espesor igual o inferior a 40  $\mu\text{m}$ , por ejemplo, en el intervalo 1 de 40  $\mu\text{m}$ . Preferentemente, el espesor es igual o inferior a 10  $\mu\text{m}$ , por ejemplo, en el intervalo 3 de 4  $\mu\text{m}$ . El espesor del material aislante puede variar a lo largo de la punta aislante. Puede haber partes más delgadas dispuestas sobre la estructura irradiante.

El material aislante antiadherente podrá ser biocompatible. En algunas realizaciones, el material antiadherente es parileno C o parileno D.

De acuerdo con el segundo aspecto, se puede proporcionar un instrumento electroquirúrgico que comprende: un cable de alimentación coaxial para transportar energía de microondas y/o energía de radiofrecuencia, teniendo el cable de alimentación coaxial un conductor interno, un conductor externo y un material dieléctrico que separa el conductor interno y el conductor externo; una punta del instrumento dispuesta en un extremo distal del cable de alimentación coaxial para recibir la energía de microondas y/o la energía de radiofrecuencia; y un canal de fluidos para transportar fluidos a la punta del instrumento; en donde la punta del instrumento comprende: una estructura de suministro de energía para suministrar la energía de microondas y/o la energía de radiofrecuencia al tejido biológico; y una aguja hueca en comunicación fluida con el canal de fluidos, estando dispuesta la aguja hueca para suministrar fluidos desde el canal de fluidos a un lugar de tratamiento, en donde la estructura de suministro de energía comprende una estructura irradiante para irradiar la energía de microondas al tejido biológico, y en donde la aguja hueca está conectada eléctricamente al conductor externo para poner a tierra la aguja hueca.

El primer y segundo aspecto pueden combinarse, por ejemplo, para proporcionar un instrumento electroquirúrgico con una aguja conectada a tierra y un recubrimiento antiadherente aislante. A continuación, se detallan otras características opcionales que son aplicables a ambos aspectos.

El instrumento puede actuar para coagular y/o realizar la ablación del tejido diana en el cuerpo. Por ejemplo, el instrumento puede usarse para tratar tejido en los pulmones o el tracto gastrointestinal, aunque puede usarse para tratar tejido en otros órganos (por ejemplo, el útero). Para realizar tratar de modo eficaz el tejido diana, es posible que la punta del instrumento deba ubicarse lo más cerca posible del tejido diana y, en muchos casos, dentro del mismo. Para alcanzar el tejido diana (por ejemplo, en los pulmones), podrá ser necesario guiar el dispositivo a través de conductos (por ejemplo, las vías respiratorias) y en torno a obstáculos. Esto significa que el instrumento será flexible idealmente y tendrá una pequeña sección transversal. Especialmente, el dispositivo debe ser muy flexible cerca de su punta, donde puede que sea necesario dirigirlo a lo largo de conductos angostos, tales como los bronquiolos, que pueden ser estrechos y sinuosos.

El cable de alimentación coaxial puede ser un cable coaxial convencional de baja pérdida que se puede conectar en un extremo a un generador electroquirúrgico. En concreto, el conductor interno puede ser un conductor alargado que se extiende a lo largo de un eje longitudinal del cable de alimentación coaxial. El material dieléctrico se dispone alrededor del conductor interno, por ejemplo, el primer material dieléctrico puede tener un canal a través del cual se extiende el conductor interno. El conductor externo puede ser una funda fabricada con un material conductor que se dispone sobre la superficie del material dieléctrico. El cable de alimentación coaxial puede incluir además una cubierta protectora externa para aislar y proteger el cable. En algunos ejemplos, la cubierta protectora puede estar fabricada o recubierta con un material antiadherente para evitar que el tejido se adhiera al cable.

El canal de fluidos puede servir para transportar fluidos (por ejemplo, líquido o gas) desde un extremo proximal del instrumento electroquirúrgico hasta la punta del instrumento. El canal de fluidos puede conectarse en su extremo proximal a un suministro de fluidos. Por ejemplo, el canal de fluidos se puede utilizar para transportar medicación líquida (por ejemplo, adrenalina) a la punta del instrumento. Cuando el instrumento electroquirúrgico se utiliza para realizar APC, el canal de fluidos puede usarse para transportar gas argón a la punta del instrumento. El canal de fluidos también puede usarse para transportar fluidos desde la punta del instrumento hasta el extremo proximal del instrumento electroquirúrgico. Por ejemplo, el fluido presente en un lugar de tratamiento alrededor de la punta del instrumento puede aspirarse a través de la aguja hueca y evacuarse a través del canal de fluidos, para evacuar el fluido del lugar de tratamiento. El canal de fluidos puede comprender un tubo flexible (luz) que se extiende a lo largo de una longitud del instrumento electroquirúrgico, por ejemplo, desde el extremo proximal del instrumento electroquirúrgico hasta la punta del instrumento.

En algunos ejemplos, el canal de fluidos puede discurrir junto al cable de alimentación coaxial. El canal de fluidos y el cable de alimentación coaxial pueden alojarse dentro de una funda flexible del instrumento, por ejemplo, la funda del instrumento puede definir una luz que transporta el cable de alimentación coaxial y el canal de fluidos. La funda del instrumento puede estar fabricada o recubierta con un material antiadherente (por ejemplo, PTFE), para evitar que el tejido se adhiera a ella. Se puede proporcionar un inserto en la funda del instrumento para mantener la posición del cable de alimentación coaxial y el canal de fluidos dentro de la funda del instrumento. Como alternativa, la funda del instrumento puede ser un tubo de múltiples luces, de manera que el cable de alimentación coaxial es recibido en una primera luz de la funda del instrumento, y el canal de fluidos es recibido en una segunda luz de la funda del instrumento.

En algunos ejemplos, el canal de fluidos puede estar alojado dentro del cable de alimentación coaxial. Por ejemplo, el material dieléctrico en el cable de alimentación coaxial puede incluir una luz a través de la cual se extiende el canal de fluidos. En otro ejemplo, el conductor interno puede ser un conductor hueco, por ejemplo, el conductor interno puede estar formado por un tubo de material conductor. En este caso, el canal de fluidos puede estar suministrarse dentro del conductor interno hueco. El hecho de alojar el canal de fluidos dentro del cable de alimentación coaxial puede servir para reducir el diámetro externo del instrumento electroquirúrgico.

La punta del instrumento está ubicada en el extremo distal del cable de alimentación coaxial y sirve para suministrar energía EM transportada a lo largo del cable de alimentación coaxial hacia el tejido diana. La punta del instrumento también sirve para suministrar fluido desde el canal de fluidos a un lugar de tratamiento. El canal de fluidos puede terminar cerca del extremo distal del canal de alimentación coaxial, por ejemplo, antes de la punta del instrumento. Como alternativa, una parte del canal de fluidos puede extenderse hacia la punta del instrumento. La punta del instrumento puede estar unida de forma permanente o separable con el cable de alimentación coaxial y con el canal de fluidos.

La estructura de suministro de energía está dispuesta para suministrar la energía de microondas y/o de RF transportada por el cable de alimentación coaxial. La estructura irradiante está conectada eléctricamente al cable de alimentación coaxial para recibir la energía de microondas. La estructura irradiante puede configurarse para una energía de microondas que tenga una energía predeterminada, para hacer que el instrumento produzca un perfil de radiación y/o tipo de tratamiento deseado (por ejemplo, ablación de tejido, corte o coagulación). Por ejemplo, la estructura irradiante puede estar configurada como una antena de microondas monopolar, por ejemplo, la estructura irradiante puede incluir un conductor alargado que está conectado al conductor interno y dispuesto para irradiar energía de microondas a lo largo de su longitud. Como alternativa, la estructura irradiante puede estar configurada como una antena de microondas bipolar, por ejemplo, la estructura irradiante puede incluir un par de electrodos que están conectados respectivamente al conductor interno y al conductor externo, y que están dispuestos para irradiar energía de microondas.

Cuando la estructura de suministro de energía esté diseñada para suministrar energía de RF, la estructura de suministro de energía puede incluir un par de electrodos de RF que están conectados respectivamente al conductor interno y al conductor externo. El par de electrodos de RF puede actuar como un electrodo activo y un electrodo de retorno, de modo que el tejido situado en una región entre los electrodos sea ablacionado o coagulado por la energía de RF.

Cuando el instrumento electroquirúrgico se utiliza para realizar APC, la estructura de suministro de energía puede incluir un par de electrodos que están dispuestos en las proximidades de la aguja hueca, para generar y sostener un plasma a partir del gas argón utilizando energía de microondas y/o de RF.

En algunos casos, la estructura de suministro de energía puede diseñarse para suministrar energía tanto de microondas como de RF, ya sea de forma simultánea o secuencial. Por ejemplo, cuando la estructura de suministro de energía incluye un par de electrodos, el par de electrodos puede actuar como electrodos activo y de retorno en frecuencias de RF, y pueden actuar como una antena bipolar en frecuencias de microondas.

La aguja hueca actúa para suministrar fluido desde el canal de fluidos a un lugar de tratamiento. El lugar de tratamiento puede comprender una región de tejido biológico diana ubicada en las proximidades (por ejemplo, delante) de la punta del instrumento. La aguja hueca puede estar formada por un tramo de tubo. La aguja hueca puede estar fabricada con un material conductor (por ejemplo, metal). La aguja hueca puede tener un extremo proximal, que está en comunicación fluida con el canal de fluidos, de modo que el fluido desde el canal de fluidos pueda ser transportado al interior de la aguja hueca. Por ejemplo, el extremo proximal de la aguja hueca puede estar situado dentro de una parte distal del canal de fluidos. Se puede formar un cierre hermético entre la aguja hueca y el canal de fluidos para evitar que se escape fluido en la unión entre el canal de fluidos y la aguja hueca. La aguja hueca puede tener un extremo distal que tiene una abertura, a través de la cual se pueden dispensar fluidos al lugar de tratamiento. También se pueden aspirar fluidos hacia el interior de la aguja a través de la abertura de su extremo distal, para evacuar un fluido del lugar de tratamiento. El extremo distal de la aguja hueca puede ser afilado (por ejemplo, puntiagudo), para facilitar la inserción de la aguja hueca en el tejido. Por ejemplo, la aguja hueca puede ser una aguja hipodérmica.

La aguja hueca está conectada eléctricamente con el conductor externo del cable de alimentación coaxial. Esto sirve para conectar a tierra la aguja hueca al conductor externo. Normalmente, el conductor externo del cable de alimentación coaxial puede estar conectado eléctricamente a tierra (por ejemplo, 0 V), de modo que tanto el conductor externo como la aguja hueca puedan estar conectados a tierra. La aguja hueca puede conectarse eléctricamente al conductor externo utilizando cualquier medio adecuado. Por ejemplo, se puede conectar un alambre conductor u otro conductor entre el conductor externo y la aguja hueca.

Debido a que la aguja hueca está conectada eléctricamente al conductor externo, la aguja hueca no tiene una tensión flotante con respecto al cable de alimentación coaxial. La conexión eléctrica entre la aguja hueca y el conductor externo también puede reducir cualquier capacitancia flotante entre el conductor externo y la aguja hueca. Como resultado, se

pueden reducir los efectos de interferencia causados por la aguja hueca en el suministro de energía EM por la estructura de suministro de energía. Esto puede ser especialmente beneficioso para el suministro de energía de microondas, ya que los inventores han descubierto que los efectos de interferencia causados por la aguja hueca pueden ser más pronunciados en frecuencias de microondas. La reducción de los efectos de interferencia de la aguja hueca puede servir para mejorar el perfil de radiación de la punta del instrumento (por ejemplo, reduciendo las distorsiones causadas por la interferencia), además de mejorar la eficiencia del suministro de energía EM al tejido diana. La conexión a tierra de la aguja hueca al conductor externo también puede mejorar la seguridad del instrumento electroquirúrgico, ya que esto puede evitar que surja una tensión elevada entre la aguja hueca y la estructura de suministro de energía.

En algunas realizaciones, la punta del instrumento puede comprender un elemento de conexión a tierra dispuesto para conectar eléctricamente la aguja hueca al conductor externo. Por tanto, la conexión eléctrica entre el conductor externo y la aguja hueca puede estar situada en la propia punta del instrumento. El elemento de conexión a tierra puede conectar eléctricamente la aguja hueca a una parte distal del conductor externo. En algunos casos, la parte distal del conductor externo puede extenderse hacia la punta del instrumento. El elemento de conexión a tierra puede comprender una pieza de material conductor que conecta eléctricamente el conductor hueco al conductor externo. El elemento de conexión a tierra puede conectarse a la aguja hueca y al conductor externo utilizando cualquier medio adecuado, por ejemplo, a través de una conexión mecánica, un adhesivo conductor (por ejemplo, epoxi) o uniones por soldadura blanda o por soldadura por fusión. Al proporcionar el elemento de conexión a tierra directamente en la punta del instrumento, se puede reducir la longitud de la ruta eléctrica entre la aguja hueca y el conductor externo. Esto puede asegurar una buena conexión eléctrica entre la aguja hueca y el conductor externo y facilitar la formación de la conexión eléctrica.

En algunas realizaciones, el elemento de conexión a tierra puede incluir un cuerpo que tiene una primera superficie de conexión y una segunda superficie de conexión dispuestas para retener la aguja hueca y el conductor externo, respectivamente. La primera superficie de conexión y la segunda superficie de conexión pueden estar conectadas eléctricamente entre sí, por ejemplo, como diferentes superficies de un cuerpo conductor común. La aguja hueca puede estar conectada eléctricamente a la primera superficie de conexión. El conductor externo puede estar conectado eléctricamente a la segunda superficie de conexión. Como la aguja hueca y el conductor externo están ambos conectados a superficies del cuerpo del elemento de conexión a tierra, el elemento de conexión a tierra puede servir para fijar una posición de la aguja hueca con respecto al conductor externo (y, por tanto, al cable de alimentación coaxial). Por tanto, el elemento de conexión a tierra puede cumplir la doble función de conectar eléctricamente la aguja hueca al conductor externo y mantener en su sitio entre sí a la aguja hueca y al conductor externo. Esto puede servir para mejorar la integridad de la punta del instrumento. El cuerpo del elemento de conexión a tierra puede ser un componente unitario fabricada con un material conductor (por ejemplo, metal), en cuyo caso la aguja hueca y el conductor externo están conectados eléctricamente a través del cuerpo del elemento de conexión a tierra. Como alternativa, el cuerpo puede estar fabricado con un material aislante, y la primera y segunda superficies de conexión pueden estar formadas por capas conductoras dispuestas sobre las superficies del cuerpo. Entonces se puede proporcionar una ruta eléctrica entre la primera y la segunda superficie de conexión sobre el cuerpo o dentro del mismo.

La aguja hueca puede conectarse eléctricamente a la primera superficie de conexión utilizando cualquier medio adecuado. En un ejemplo, la aguja hueca puede sujetarse contra la primera superficie de conexión para formar un contacto eléctrico entre ellas. Como alternativa, la aguja hueca puede estar unida a la primera superficie de conexión, por ejemplo, usando un adhesivo conductor o a través de un epoxi conductor, o a través de una conexión de soldadura blanda o soldadura por fusión. El conductor externo puede estar conectado eléctricamente a la segunda superficie de conexión de manera similar.

Una forma de la primera superficie de conexión puede ser complementaria a una forma de la aguja hueca. Esto puede mejorar la conexión eléctrica entre la primera superficie de conexión y la aguja hueca. Esto también puede servir para mantener la aguja hueca en su lugar, para evitar movimientos no deseados de la aguja hueca. Por ejemplo, cuando la aguja hueca tiene una sección transversal circular, la primera superficie de conexión puede ser una superficie redondeada que tiene un radio de curvatura que coincide con un radio de la sección transversal de la aguja hueca. De forma similar, una forma de la segunda superficie de conexión puede ser complementaria a una forma del conductor externo.

En algunas realizaciones, el cuerpo del elemento de conexión a tierra puede tener un primer canal que se extiende a través del mismo, formándose la primera superficie de conexión en el primer canal. El elemento de conexión a tierra puede tener una forma generalmente cilíndrica o cónica, por ejemplo, cuando el primer canal es una abertura dispuesta centralmente en la que puede ser recibida una parte de la aguja hueca. El primer canal puede extenderse a través del cuerpo en dirección longitudinal, es decir, en una dirección paralela al eje longitudinal del conductor interno. El primer canal puede ser un canal abierto, por ejemplo, puede constituir una ranura en la que es recibida una parte de la aguja hueca. Como alternativa, el primer canal puede ser un canal cerrado, por ejemplo, puede definir una luz en la que está contenida una parte de la aguja hueca. El primer canal puede servir para mantener la aguja hueca en su lugar en el elemento de conexión a tierra. Esto puede garantizar que se mantenga la conexión eléctrica entre la aguja hueca y la primera superficie de conexión. El primer canal también puede servir para restringir el movimiento lateral de la aguja

hueca, por ejemplo, el movimiento en una dirección perpendicular a la dirección longitudinal. La primera superficie de conexión puede proporcionarse sobre una superficie del primer canal, por ejemplo, la primera superficie de conexión puede estar sobre una pared del canal. Cuando el cuerpo del elemento de conexión a tierra está fabricada con un material conductor, una pared del primer canal puede proporcionar la primera superficie de conexión. Una forma del primer canal puede ser complementaria a una forma de la aguja hueca.

Cuando la aguja hueca es móvil con respecto a la punta del instrumento, el primer canal puede servir para proporcionar una conexión eléctrica deslizante entre la aguja hueca y el elemento de conexión a tierra. De este modo, la aguja hueca puede ser deslizante con respecto al conductor externo, y una conexión eléctrica entre la aguja hueca y el conductor externo puede pasar a través de una interfaz deslizante. El primer canal también puede actuar para guiar la aguja hueca cuando se mueve con respecto a la punta.

En algunas realizaciones, el primer canal puede incluir una parte acampanada ubicada en un extremo proximal del primer canal, teniendo la parte acampanada una superficie de sección transversal que aumenta hacia el extremo proximal del primer canal. La parte acampanada puede servir para guiar o "encauzar" la aguja hueca hacia el primer canal.

En algunas realizaciones, el cuerpo del elemento de conexión a tierra puede incluir un segundo canal que se extiende a través del mismo, estando formada la segunda superficie de conexión en el segundo canal; y una parte distal del conductor externo puede ser recibida en el segundo canal. El segundo canal puede extenderse a través del cuerpo en dirección longitudinal. El segundo canal puede ser paralelo al primer canal. El segundo canal puede ser un canal abierto, por ejemplo, puede constituir una ranura en la que es recibida la parte distal del conductor externo. Como alternativa, el segundo canal puede ser un canal cerrado, por ejemplo, puede definir una luz en la que se aloja la parte distal del conductor externo. El segundo canal puede servir para mantener el conductor externo en su lugar en el elemento de conexión a tierra. Esto puede garantizar que se mantenga la conexión eléctrica entre el conductor externo y la segunda superficie de conexión. La segunda superficie de conexión puede proporcionarse sobre una superficie del segundo canal, por ejemplo, la primera superficie de conexión puede estar sobre una pared del canal. Cuando el cuerpo del elemento de conexión a tierra está fabricada con un material conductor, una pared del segundo canal puede proporcionar la segunda superficie de conexión. Una forma del segundo canal puede ser complementaria a una forma de la aguja hueca. La parte distal del conductor externo puede ser una parte del conductor externo ubicada en un extremo distal, o cerca del mismo, del cable de alimentación coaxial. La parte distal del conductor externo puede extenderse hacia la punta del instrumento.

El cuerpo del elemento de conexión a tierra puede incluir una parte proximal que está unida a una parte distal del cable de alimentación coaxial. La parte proximal del cuerpo del elemento de conexión a tierra puede servir para anclar el elemento de conexión a tierra al cable de alimentación coaxial. Esto puede servir para reforzar una interfaz entre el cable de alimentación coaxial y la punta del instrumento. Esta configuración también puede servir para mantener la aguja hueca en su lugar con respecto al cable de alimentación coaxial. La parte distal del cable de alimentación coaxial se puede sujetar en la parte proximal del cuerpo mediante cualquier medio adecuado. Por ejemplo, la parte proximal del cuerpo puede incluir un canal en el cual se recibe y mantiene la parte distal del cable de alimentación coaxial. El cuerpo del elemento de conexión a tierra puede incluir además una parte distal, estando situadas la primera y segunda superficies de conexión en la parte distal. El cuerpo del elemento de conexión a tierra puede extenderse sobre una interfaz entre el cable de alimentación coaxial y la punta del instrumento, estando situada la parte proximal del cuerpo en el extremo distal del cable de alimentación coaxial, y estando situada la parte distal del cuerpo en la punta del instrumento. El elemento de conexión a tierra puede servir así para mejorar la integridad del instrumento electroquirúrgico, así como para reducir la interferencia causada por la aguja hueca.

En algunas realizaciones, el instrumento electroquirúrgico puede comprender además una primera funda aislante dispuesta en un extremo proximal del elemento de conexión a tierra para guiar la aguja hueca hasta que entre en contacto con la primera superficie de conexión. La primera funda aislante puede estar fabricada con un material aislante flexible (por ejemplo, un tubo de poliimida). La primera funda aislante puede servir para proteger y aislar la aguja hueca de su entorno. La primera funda aislante puede definir un conducto a través del cual se extiende la aguja hueca y que guía a la aguja hueca hasta que entra en contacto con la primera superficie de conexión. La primera funda aislante puede extenderse desde el extremo proximal del elemento de conexión a tierra, en la dirección longitudinal hacia un extremo proximal del instrumento. De esta manera, la primera funda aislante puede servir para alinear la aguja hueca a lo largo de la dirección longitudinal. La primera funda aislante puede ser especialmente beneficiosa cuando la aguja hueca es móvil, ya que puede actuar para guiar el movimiento de la aguja hueca en la dirección longitudinal.

En algunas realizaciones, el instrumento electroquirúrgico puede comprender además una segunda funda aislante dispuesta en un extremo distal del elemento de conexión a tierra para aislar la aguja hueca de la estructura irradiante. La segunda funda aislante puede estar fabricada con un material aislante flexible (por ejemplo, un tubo de poliimida). La segunda funda aislante puede servir para aislar la aguja hueca de la estructura irradiante y otros componentes en la punta del instrumento. La segunda funda aislante puede definir un conducto a través del cual se extiende la aguja hueca. La segunda funda aislante puede guiar la aguja hueca desde el extremo distal del elemento de conexión a tierra hacia un extremo distal de la punta del instrumento. Por ejemplo, la segunda funda aislante puede extenderse

desde el extremo distal del elemento de conexión a tierra hasta el extremo distal de la punta del instrumento.

En algunos casos, la primera y segunda fundas aislantes pueden formar una funda aislante continua, teniendo la funda aislante continua una abertura a través de la cual la aguja hueca está conectada eléctricamente a la primera superficie de conexión.

Cuando el instrumento electroquirúrgico incluye tanto la primera funda aislante como la segunda funda aislante, la primera funda aislante puede tener una sección transversal mayor que la segunda funda aislante. Esto puede facilitar la inserción de la aguja hueca en la primera funda aislante, para poner la aguja hueca en contacto eléctrico con el elemento de conexión a tierra. De esta manera, la primera funda aislante más grande puede actuar para "canalizar" la aguja hueca hacia el elemento de conexión a tierra y la primera superficie de conexión. El uso de una primera funda aislante de mayor diámetro también puede reducir el arrastre sobre la aguja hueca cuando se mueve con respecto a la punta del instrumento. Esto puede facilitar el movimiento de la aguja hueca con respecto a la punta del instrumento.

La sección transversal de la segunda funda aislante puede coincidir aproximadamente con una sección transversal de la aguja hueca. De esta manera, la segunda funda aislante puede asegurar la colocación correcta de la aguja hueca dentro de la punta del instrumento.

En algunas realizaciones, la aguja hueca puede moverse con respecto a la punta del instrumento entre una posición retraída, en la que un extremo distal de la aguja hueca está retrasado desde un extremo distal de la punta del instrumento; y una posición expuesta, en la que el extremo distal de la aguja hueca sobresale más allá del extremo distal de la punta del instrumento. De esta manera, cuando la aguja hueca no está en uso, se puede colocar en la posición retraída para evitar dañar accidentalmente el tejido. La aguja se puede mover a la posición expuesta cuando se desea administrar fluidos al lugar de tratamiento, por ejemplo, para administrar medicamentos al lugar de tratamiento. La aguja hueca puede moverse con respecto a la punta del instrumento en dirección longitudinal. Cuando la aguja hueca está en la posición retraída, el extremo distal de la aguja hueca puede estar situado dentro de la punta del instrumento. La punta del instrumento puede incluir un canal a lo largo del cual se puede mover la aguja hueca, de modo que cuando la aguja hueca esté en la posición retraída, el extremo distal de la aguja hueca está situado dentro del canal.

La aguja hueca puede moverse con respecto a la punta del instrumento mediante cualquier mecanismo adecuado. En algunas realizaciones, la aguja hueca puede moverse accionando (por ejemplo, empujando o tirando) un cable de control que está unido a la aguja hueca. El cable de control puede estar ubicado dentro del canal de fluidos, de modo que el cable de control esté unido a la aguja hueca dentro del canal de fluidos. Como alternativa, el cable de control puede discurrir junto al canal de fluidos.

La conexión eléctrica entre la aguja hueca y el conductor externo puede configurarse para permitir el movimiento de la aguja hueca con respecto a la punta del instrumento. De esta manera, la aguja hueca puede permanecer conectada eléctricamente al conductor externo independientemente de si está en la posición retraída o en la posición expuesta. Por ejemplo, la conexión eléctrica entre la aguja hueca y el conductor externo puede ser una conexión eléctrica deslizante. Cuando el elemento de conexión a tierra incluye un cuerpo que tiene una primera superficie de conexión, la aguja hueca puede ser deslizante con respecto a la primera superficie de conexión. En algunos casos, puede ser posible retirar completamente la aguja hueca de la punta del instrumento, de manera que ya no esté conectada eléctricamente al conductor externo.

Cuando el elemento de conexión a tierra incluye un primer canal, el primer canal puede diseñarse para permitir que la aguja hueca se deslice longitudinalmente a lo largo del canal, asegurando al mismo tiempo que la aguja hueca permanezca en contacto con la primera superficie de conexión.

La conexión entre la aguja hueca y el canal de fluidos puede configurarse para permitir el movimiento de la aguja hueca con respecto al canal de fluidos. De esta manera, cuando la aguja hueca se mueve con respecto a la punta del instrumento, la aguja hueca puede permanecer en comunicación fluida con el canal de fluidos. Por ejemplo, cuando un extremo proximal de la aguja hueca esté situado dentro del canal de fluidos, el extremo proximal de la aguja hueca puede moverse a lo largo de una longitud del canal de fluidos. Se puede formar un cierre hermético deslizante entre la aguja hueca y el canal de fluidos para permitir el movimiento de la aguja hueca con respecto al canal de fluidos, evitando al mismo tiempo que el fluido se escape en la unión entre la aguja hueca y el canal de fluidos.

En algunas realizaciones, la punta del instrumento puede incluir una abertura en un extremo distal de la misma, de modo que, cuando la aguja hueca está en la posición retraída, el extremo distal de la aguja hueca puede estar situado en la punta del instrumento y no sobresale a través de la abertura; y cuando la aguja hueca está en la posición expuesta, el extremo distal de la aguja hueca puede sobresalir a través de la abertura. De esta manera, la aguja hueca puede quedar protegida dentro de la punta del instrumento cuando está en la posición retraída.

En algunas realizaciones, la aguja hueca, cuando está en la posición expuesta, puede estar conectada eléctricamente al conductor externo en una posición en la aguja hueca que corresponde a un número entero situado en la mitad de las longitudes de onda de la energía de microondas según se alejan desde un extremo distal de la aguja hueca. Por



ejemplo, el elemento de conexión a tierra puede estar situado a la mitad de una longitud de onda desde el extremo distal de la aguja hueca. Esto puede garantizar que, en las frecuencias de microondas, el extremo distal de la aguja tiene la misma tensión que la parte de la aguja que está conectada a tierra al conductor externo. Esto puede reducir la interferencia causada por la aguja hueca. Cuando la aguja se puede mover con respecto a la punta del instrumento, la posición retraída y las posiciones expuestas pueden configurarse de manera que, en cada posición, el extremo distal de la aguja hueca esté a un número entero de longitudes de onda de la posición en la que está conectada a tierra. Esto puede minimizar la interferencia causada por la aguja hueca cuando está en las posiciones retraída y expuesta.

En algunas realizaciones, la punta del instrumento puede comprender además un cuerpo dieléctrico, y la estructura de suministro de energía (es decir, la estructura irradiante) puede formarse en el cuerpo dieléctrico y/o sobre el mismo. El cuerpo dieléctrico puede estar fabricado con cualquier material dieléctrico (aislante) adecuado. El material del cuerpo dieléctrico puede seleccionarse para mejorar la coincidencia de impedancia con el tejido diana, para así mejorar la eficiencia con la que se suministra la energía EM al tejido diana. En algunos casos, el cuerpo dieléctrico puede incluir múltiples piezas diferentes de material dieléctrico, que se seleccionan y disponen para dar forma al perfil de radiación de la manera deseada. El cuerpo dieléctrico puede actuar como soporte de la estructura irradiante, por ejemplo, se pueden formar partes de la estructura irradiante sobre el cuerpo dieléctrico o dentro del mismo.

El cuerpo dieléctrico puede ser un cilindro que tiene un eje longitudinal alineado con el cable coaxial, y en donde el cuerpo dieléctrico comprende un canal que se extiende longitudinalmente formado en el mismo, y una parte de la aguja hueca es recibida en el canal que se extiende longitudinalmente. El canal en el cuerpo dieléctrico puede servir para mantener una posición de la aguja hueca en la punta del instrumento. De esta manera, el canal en el cuerpo dieléctrico puede restringir o impedir el movimiento lateral de la aguja hueca. Esto puede permitir una colocación precisa de la aguja hueca para facilitar la inserción de la aguja hueca en el tejido diana. El canal en el cuerpo dieléctrico puede estar abierto, por ejemplo, puede estar formado por una ranura en una superficie del cuerpo dieléctrico, o puede estar cerrado, por ejemplo, puede estar formado por un túnel (conducto) a través de una parte del cuerpo dieléctrico. Cuando el canal está abierto, puede formarse entre dos crestas en el cuerpo dieléctrico. Cuando el instrumento incluye una segunda funda aislante, la segunda funda aislante puede extenderse dentro del canal en el cuerpo dieléctrico para aislar la aguja hueca de la estructura irradiante.

La abertura en el extremo distal de la punta del instrumento puede formarse en un extremo distal del canal en el cuerpo dieléctrico.

En algunas realizaciones, la estructura irradiante puede incluir un primer electrodo que está conectado eléctricamente al conductor interno, y un segundo electrodo que está conectado eléctricamente al conductor externo, estando expuestos el primer electrodo y el segundo electrodo sobre una superficie del cuerpo dieléctrico. El primer y segundo electrodos pueden actuar como electrodos de RF bipolares, por ejemplo, pueden actuar como electrodos activo y de retorno, respectivamente, cuando la energía de RF se transmite a la punta del instrumento. De esta manera, el tejido biológico que está situado en una región alrededor del primer y segundo electrodos puede ser ablacionado y/o coagulado con la energía de RF. El primer y segundo electrodos pueden estar dispuestos sobre la superficie del cuerpo dieléctrico para obtener un perfil de tratamiento deseado. El primer electrodo puede estar conectado eléctricamente al conductor interno a través de un conductor intermedio que se extiende a través de una parte del cuerpo dieléctrico.

El primer y segundo electrodos pueden configurarse para permitir el tratamiento de un tejido con frecuencias de RF y/o de microondas. Por ejemplo, cuando la energía de RF se transmite a la punta del instrumento, el primer y segundo electrodos pueden actuar como electrodos de RF bipolares. Cuando la energía de microondas se transmite a la punta del instrumento, el primer y segundo electrodos pueden actuar como una antena de microondas bipolar. Ventajosamente, esto puede permitir al usuario cambiar rápidamente entre modalidades de tratamiento (por ejemplo, coagulación por RF y ablación por microondas), sin tener que intercambiar instrumentos electroquirúrgicos durante un procedimiento quirúrgico.

En algunas realizaciones, el segundo electrodo puede estar conectado eléctricamente al conductor externo a través del elemento de conexión a tierra. De esta manera, tanto la aguja hueca como el segundo electrodo pueden estar conectados eléctricamente al conductor externo a través del elemento de conexión a tierra. Como resultado, es posible que sólo sea necesario realizar una conexión eléctrica al conductor externo, es decir, el que se encuentra entre el conductor externo y el elemento de conexión a tierra. Esto puede facilitar la conexión eléctrica del segundo electrodo al conductor externo.

En algunas realizaciones, el cuerpo dieléctrico puede incluir una primera ranura en la que está dispuesto el primer electrodo y una segunda ranura en la que está dispuesto el segundo electrodo. Se puede disponer un espesor de material dieléctrico del cuerpo dieléctrico entre la primera ranura y la segunda ranura, de modo que el primer y segundo electrodos queden aislados por el espesor del material dieléctrico. Un espesor del primer electrodo puede corresponder a una profundidad de la primera ranura, de modo que el primer electrodo quede al ras con una superficie externa del cuerpo dieléctrico. De forma similar, un espesor del segundo electrodo puede corresponder a una profundidad de la segunda ranura, de modo que el segundo electrodo quede al ras con la superficie externa del cuerpo dieléctrico. Esto puede proporcionar una superficie externa lisa a la punta del instrumento. Esto puede evitar bordes

afilados en la punta del instrumento, que podrían engancharse en el tejido. Una ranura puede ser una muesca o una depresión en una superficie externa del cuerpo dieléctrico. En algunos casos, se puede formar una ranura entre dos o más partes del cuerpo dieléctrico.

5 En algunas realizaciones, el primer electrodo puede incluir un primer conjunto de dedos conductores que se extienden longitudinalmente y dispuestos perimetralmente alrededor del cuerpo dieléctrico. Un dedo conductor del primer electrodo puede ser un elemento conductor alargado que está orientado a lo largo de la dirección longitudinal. Todo el primer conjunto de dedos conductores puede conectarse eléctricamente entre sí para formar el primer electrodo. El primer conjunto de dedos conductores puede ser sustancialmente paralelo y estar dispuesto alrededor de un perímetro del cuerpo dieléctrico, por ejemplo, cada uno de los dedos conductores puede estar en una posición diferente alrededor del perímetro del cuerpo dieléctrico. Por ejemplo, cuando el cuerpo dieléctrico es cilíndrico, los dedos conductores pueden ser paralelos al eje del cuerpo cilíndrico y estar dispuestos en diferentes posiciones en el lado del cuerpo cilíndrico. El hecho de tener múltiples dedos conductores dispuestos alrededor del perímetro del cuerpo dieléctrico puede permitir tratar tejido biológico en múltiples direcciones alrededor de la punta del instrumento. El primer conjunto de dedos conductores puede estar espaciados uniformemente alrededor del perímetro del cuerpo dieléctrico. Esto puede mejorar la simetría axial del perfil de radiación de la punta del instrumento y permitir un tratamiento sustancialmente uniforme del tejido dispuesto alrededor de la punta del instrumento. Los dedos conductores del primer electrodo pueden estar ubicados en un primer conjunto de ranuras en el cuerpo dieléctrico.

20 En algunas realizaciones, el segundo electrodo puede incluir un segundo conjunto de dedos conductores que se extienden longitudinalmente dispuestos perimetralmente alrededor del cuerpo dieléctrico, y el primer conjunto y el segundo conjunto de dedos conductores pueden estar dispuestos de modo alternante alrededor de un perímetro del cuerpo dieléctrico. Un dedo conductor del segundo electrodo puede ser un elemento conductor alargado que está orientado a lo largo de la dirección longitudinal. Todo el segundo conjunto de dedos conductores puede conectarse eléctricamente entre sí para formar el primer electrodo. El segundo conjunto de dedos conductores puede ser sustancialmente paralelo y estar dispuesto alrededor de un perímetro del cuerpo dieléctrico, por ejemplo, cada uno de los dedos conductores puede estar en una posición diferente alrededor del perímetro del cuerpo dieléctrico. Los dedos conductores del segundo electrodo pueden estar ubicados en un segundo conjunto de ranuras en el cuerpo dieléctrico. El primer conjunto de ranuras y el segundo conjunto de ranuras pueden estar separados por partes del cuerpo dieléctrico, de modo que los dedos conductores del primer electrodo y del segundo electrodo estén eléctricamente aislados entre sí por el cuerpo dieléctrico.

El primer y segundo conjunto de dedos conductores pueden estar dispuestos de modo alternante alrededor del perímetro del cuerpo dieléctrico, por ejemplo, se pueden ordenar los dedos conductores de modo que alternen entre el primer conjunto y el segundo conjunto alrededor del perímetro. De esta manera, cada dedo conductor del primer conjunto puede estar situado entre dos dedos conductores del segundo conjunto (y viceversa). Los electrodos primero y segundo pueden ser así electrodos interdigitados. Esta configuración puede servir para proporcionar un perfil de radiación sustancialmente uniforme alrededor de la punta del instrumento. Esto puede permitir, por ejemplo, que el tejido se ablacione o coagule uniformemente en un volumen alrededor de la punta del instrumento.

40 En algunas realizaciones, la punta del instrumento puede comprender además un conductor anular conectado eléctricamente al conductor externo, formando el conductor anular una parte de una superficie externa del instrumento electroquirúrgico y blindando una conexión eléctrica entre el cable de alimentación coaxial y la estructura irradiante. El conductor anular puede ser una pieza cilíndrica hueca de material conductor. El conductor anular puede estar dispuesto cerca de un extremo proximal de la punta del instrumento, alrededor de una unión entre el cable de alimentación coaxial y la estructura irradiante. La conexión eléctrica entre el cable de alimentación coaxial y la estructura irradiante puede incluir una conexión eléctrica entre el conductor interno y un elemento conductor de la estructura irradiante (por ejemplo, el conductor alargado). Una conexión eléctrica de este tipo puede implicar un tramo de cable sin blindaje entre el conductor interno y la estructura irradiante. Una longitud de cable sin blindaje de este tipo puede ser susceptible a interferencias eléctricas. Como el conductor anular está conectado eléctricamente al conductor externo, puede servir para blindar cualquier cableado o conexión eléctrica ubicada dentro del conductor anular frente a eléctricas. Por lo tanto, el conductor anular puede reducir la interferencia en la unión entre el cable de alimentación coaxial y la estructura irradiante para mejorar el rendimiento de la punta del instrumento. El conductor anular también puede servir para proteger físicamente la conexión entre el cable de alimentación coaxial y la estructura irradiante, proporcionando una barrera alrededor de la conexión. El conductor anular puede estar conectado eléctricamente al conductor externo a través del elemento de conexión a tierra.

En algunos casos, el conductor anular puede constituir un electrodo de retorno para la energía de RF. Cuando la punta del instrumento incluye los electrodos primero y segundo en la superficie del cuerpo dieléctrico, el conductor anular puede constituir una extensión del segundo electrodo. Esto puede servir para aumentar una superficie efectiva del segundo electrodo. En algunos casos, el conductor anular puede ser una parte proximal del segundo electrodo.

En algunas realizaciones, un extremo distal de la punta del instrumento puede tener una forma contorneada suavemente para que sea adecuado para aplicar un punto de presión a una superficie diana. Por ejemplo, el extremo distal de la punta del instrumento puede ser redondeado y/o suavemente ahusado. Esto puede permitir que la punta del instrumento se presione contra una superficie diana para detener una hemorragia (por ejemplo, hemostasia). La

punta del instrumento puede entonces suministrar la energía EM para coagular el tejido y detener o controlar la hemorragia.

El instrumento electroquirúrgico expuesto anteriormente puede formar parte de un sistema electroquirúrgico completo. Por ejemplo, el sistema puede incluir un generador electroquirúrgico dispuesto para suministrar energía de microondas y energía de radiofrecuencia; y el instrumento electroquirúrgico de la invención se conecta para recibir la energía de microondas y energía de radiofrecuencia del generador electroquirúrgico. El instrumento electroquirúrgico puede incluir además un dispositivo de exploración quirúrgica (por ejemplo, un endoscopio) que tiene un cordón de inserción flexible para insertarlo en el cuerpo de un paciente, en donde el cordón de inserción flexible tiene un canal de instrumento que avanza a lo largo de su longitud, y en donde el instrumento electroquirúrgico está diseñado para encajar dentro del canal de instrumento.

En la presente memoria descriptiva, "microondas" puede utilizarse ampliamente para indicar un intervalo de frecuencia de 400 MHz a 100 GHz, aunque preferentemente el intervalo de 1 GHz a 60 GHz. Las frecuencias puntuales preferidas para la energía EM de microondas incluyen: 915 MHz, 2,45 GHz, 3,3 GHz, 5,8 GHz, 10 GHz, 14,5 GHz y 24 GHz. Puede preferirse 5,8 GHz. En cambio, la presente memoria descriptiva usa "radiofrecuencia" o "RF" para indicar un intervalo de frecuencia que es, al menos, tres órdenes de magnitud menor, por ejemplo, hasta 300 MHz. Preferentemente, la energía de RF tiene una frecuencia lo suficientemente alta como para evitar la estimulación nerviosa (por ejemplo, superior a 10 kHz) y lo suficientemente baja como para evitar el blanqueamiento del tejido o la propagación térmica (por ejemplo, inferior a 10 MHz). Un intervalo de frecuencia preferido para la energía de RF puede estar entre 100 kHz y 1 MHz.

En el presente documento, los términos "proximal" y "distal" se refieren a los extremos del instrumento electroquirúrgico situados más lejos y más cerca del lugar de tratamiento, respectivamente. Por tanto, durante el uso, el extremo proximal del instrumento electroquirúrgico está más cerca de un generador para proporcionar la energía de RF y/o de microondas, mientras que el extremo distal está más cerca del lugar de tratamiento, es decir, tejido diana en el paciente.

En el presente documento, el término "conductor" se usa con el significado de eléctricamente conductor, a menos que el contexto indique lo contrario.

El término "longitudinal" utilizado en el presente documento se refiere a la dirección a lo largo del instrumento electroquirúrgico, paralelo al eje de la línea de transmisión coaxial. El término "interno" significa radialmente más cercano al centro (por ejemplo, eje) del instrumento. El término "externo" significa radialmente más alejado del centro (eje) del instrumento.

El término "electroquirúrgico" se utiliza en relación con un instrumento, instrumento o herramienta que se utiliza durante la cirugía y que utiliza energía de microondas y/o de radiofrecuencia electromagnética (EM).

#### Breve descripción de los dibujos

A continuación, se describirán las realizaciones de la invención, a modo de ejemplo, haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

la figura 1 es un diagrama esquemático de un sistema electroquirúrgico que es una realización de la invención; la figura 2 es una vista en perspectiva esquemática de un instrumento electroquirúrgico que es una realización de la invención, en donde una aguja hueca del instrumento está en posición retraída; la figura 3 es una vista en perspectiva del instrumento electroquirúrgico de la figura 2, en donde la aguja hueca está en una posición expuesta; la figura 4 es una vista esquemática en sección transversal del instrumento electroquirúrgico de la figura 2; la figura 5 es una vista en perspectiva del instrumento electroquirúrgico de la figura 2, en donde se ha omitido una funda flexible del instrumento, para revelar una estructura interna del instrumento; las figuras 6 a 8 son vistas esquemáticas en sección transversal del instrumento electroquirúrgico de la figura 2 que muestran la aguja hueca en diferentes posiciones; las figuras 9a y 9b muestran vistas en perspectiva de un elemento de conexión a tierra que puede utilizarse en un instrumento electroquirúrgico que es una realización de la invención; la figura 10a muestra una vista frontal de un cuerpo dieléctrico que puede usarse en un instrumento electroquirúrgico que es una realización de la invención; y la figura 10b muestra una vista en perspectiva del cuerpo dieléctrico de la figura 10a.

#### Descripción detallada; otras opciones y preferencias

La figura 1 es un diagrama esquemático de un sistema completo electroquirúrgico 100 que es capaz de suministrar energía de microondas y energía de radiofrecuencia al extremo distal de un instrumento electroquirúrgico invasivo. El sistema 100 comprende un generador 102 para suministrar de forma controlable energía de microondas y de radiofrecuencia. Un generador adecuado para este fin se describe en el documento WO2012/076844. El generador

puede disponerse para controlar las señales reflejadas recibidas de vuelta desde el instrumento para determinar un nivel de potencia apropiado para el suministro. Por ejemplo, el generador puede disponerse para calcular una impedancia observada en el extremo distal del instrumento con el fin de determinar un nivel de potencia de suministro óptimo. El generador 102 está conectado a una junta de interfaz 106 mediante un cable de interfaz 104.

El sistema 100 también incluye una unidad de suministro de fluidos 108, que contiene un fluido para usar con el instrumento electroquirúrgico. El fluido puede ser un líquido (por ejemplo, un medicamento líquido) o un gas (por ejemplo, gas argón). La unidad de suministro de fluidos 108 está conectada de manera fluida a la junta de interfaz 106 a través de un conducto de fluidos 109. La unidad de suministro de fluidos 108 puede dispensar el fluido contenido en ella a través del conducto de fluidos 109. Por ejemplo, la unidad de suministro de fluidos 108 puede incluir una jeringa para dispensar medicación líquida.

La junta de interfaz 106 puede alojar un mecanismo de control del instrumento que se pone en funcionamiento deslizando un gatillo 110, por ejemplo, para controlar el movimiento longitudinal (hacia delante y hacia atrás) de uno o más cables de control o barras de empuje (no mostradas). Si hay una pluralidad de cables de control, puede haber múltiples gatillos deslizantes en la junta de interfaz para proporcionar un control total. La función de la junta de interfaz 106 es combinar las entradas del generador 102, la unidad de suministro de fluidos 108 y el mecanismo de control del instrumento en un único eje flexible 112, que se extiende desde el extremo distal de la junta de interfaz 106. En otras realizaciones, también se pueden conectar otros tipos de entrada a la junta de interfaz 106.

El eje flexible 112 se puede insertar a través de la longitud completa de un canal de instrumento (de trabajo) de un endoscopio 114. El eje flexible 112 tiene un conjunto distal 118 (no dibujado a escala en la figura 1) que está conformado para pasar a través del canal de instrumento del endoscopio 114 y sobresalir (por ejemplo, dentro del paciente) en el extremo distal del tubo del endoscopio. El conjunto de extremo distal 118 incluye una punta del instrumento para suministrar energía de microondas y energía de radiofrecuencia al tejido biológico. La punta también está configurada para suministrar fluidos desde la unidad de suministro de fluidos 108. La configuración de la punta se expone con más detalle a continuación.

La estructura del conjunto distal 118 puede disponerse para que tenga un diámetro externo máximo adecuado para pasar a través del canal de trabajo. Normalmente, el diámetro de un canal de trabajo de un dispositivo de exploración quirúrgica, tal como un endoscopio, es inferior a 4,0 mm, por ejemplo, uno cualquiera de 2,8 mm, 3,2 mm, 3,7 mm, 3,8 mm. La longitud del eje flexible 112 puede ser igual o superior a 0,3 m, por ejemplo, 2 m o mayor. En otros ejemplos, el conjunto distal 118 puede montarse en el extremo distal del eje flexible 112 después de insertar el eje a través del canal de trabajo (y antes de introducir el cordón de instrumento en el paciente). Como alternativa, el eje flexible 112 se puede insertar en el canal de trabajo desde el extremo distal antes de realizar sus conexiones proximales. En estas disposiciones, el conjunto 118 de extremo distal puede tener unas dimensiones superiores al canal de trabajo del dispositivo de exploración quirúrgica 114.

El sistema descrito anteriormente es una forma de introducir el instrumento en el cuerpo de un paciente. Son posibles otras técnicas. Por ejemplo, el instrumento se puede insertar también utilizando un catéter.

La figura 2 es una vista en perspectiva de un extremo distal de un instrumento electroquirúrgico 200 que es una realización de la invención. El extremo distal del instrumento electroquirúrgico 200 puede corresponder, por ejemplo, al conjunto distal 118 expuesto anteriormente. La figura 3 muestra otra vista en perspectiva del instrumento electroquirúrgico 200. La figura 4 es una vista lateral en sección transversal del instrumento electroquirúrgico 200. La figura 5 muestra una vista en perspectiva del instrumento electroquirúrgico 200, en donde se ha omitido una funda flexible del instrumento para revelar una estructura interna del instrumento.

El instrumento electroquirúrgico 200 incluye un cable de alimentación coaxial 202 que se puede conectar en su extremo proximal a un generador (tal como el generador 102) para transportar energía de microondas y energía de RF. El cable de alimentación coaxial 202 comprende un conductor interno 204 y un conductor externo 206 que están separados por un material dieléctrico 208. El cable de alimentación coaxial 202 presenta preferentemente pérdidas reducidas de energía de microondas. Se puede proporcionar un estrangulador (no mostrado) en el cable de alimentación coaxial 204 para inhibir la retropropagación de la energía de microondas reflejada desde el extremo distal y, por tanto, limitar el calentamiento hacia atrás a lo largo del dispositivo. Se proporciona un recubrimiento aislante 209 en una superficie externa del conductor externo 206, para aislar y proteger el cable de alimentación coaxial 202.

El instrumento electroquirúrgico 200 incluye además un canal de fluidos 210 que se extiende junto al cable de alimentación coaxial 202. El canal de fluidos 210 puede servir para transportar fluidos desde un extremo proximal del instrumento al extremo distal del instrumento. Por ejemplo, el extremo proximal del canal de fluidos 210 puede conectarse a la unidad de suministro de fluidos 108. Tanto el cable de alimentación coaxial 202 como el canal de fluidos 210 están alojados dentro de una funda flexible del instrumento 212. La funda flexible del instrumento 212 puede estar fabricada o recubierta con un material antiadherente biocompatible (por ejemplo, PTFE), para evitar que el tejido se adhiera a ella.

El instrumento electroquirúrgico 200 incluye una punta del instrumento 214 que está ubicada en un extremo distal del

cable de alimentación coaxial 202. La punta del instrumento 214 incluye un cuerpo dieléctrico 216 fabricada con un material aislante (por ejemplo, PEEK). El cuerpo dieléctrico 216 tiene una estructura irradiante formada sobre una superficie externa del mismo, incluyendo la estructura irradiante un electrodo interno 218 y un electrodo externo 220. El electrodo interno 218 está conectado eléctricamente al conductor interno 204 del cable de alimentación coaxial 202 a través de una conexión eléctrica 222 (véase la figura 4). La estructura del conductor interno 204 se analiza con más detalle a continuación con referencia a las figuras 10a y 10b, que muestran el cuerpo dieléctrico 216 aislado. La conexión eléctrica 222 puede ser, por ejemplo, una conexión eléctrica formada por soldadura blanda o soldadura por fusión, o puede formarse usando un adhesivo conductor (por ejemplo, un epoxi conductor). La conexión eléctrica 222 entre el conductor interno 204 y el electrodo interno 218 puede estar encapsulada, por ejemplo, puede estar incluida en un compuesto sólido o gelatinoso para su protección.

La punta del instrumento 214 incluye además un elemento de conexión a tierra 224 ubicado cerca de un extremo proximal de la punta del instrumento 214. El elemento de conexión a tierra 224 está fabricada con un material conductor (por ejemplo, metal) y puede formarse como un componente unitario. La estructura del elemento de conexión a tierra 224 se ilustra con más detalle en las figuras 9a y 9b, que muestran vistas en perspectiva del elemento de conexión a tierra 224. En el elemento de conexión a tierra 224 están formados un primer canal 226 y un segundo canal 228 que se extienden en dirección longitudinal. El primer canal 226 es un canal cerrado y está configurado para recibir una aguja hueca tal como se describe a continuación. El segundo canal 228 es un canal abierto, es decir, está formado por una ranura en una superficie externa del elemento de conexión a tierra 224. Una parte distal del cable de alimentación coaxial 202 se mantiene en el segundo canal 228 del elemento de conexión a tierra 224. La forma del segundo canal 228 es complementaria a la forma de la parte distal del cable de alimentación coaxial 202. El segundo canal 229 puede estar conformado para retener (por ejemplo, mediante ajuste de interferencia) el cable de alimentación coaxial 202. En algunos casos, el conductor externo 206 puede fijarse al elemento de conexión a tierra 224, por ejemplo, utilizando un epoxi conductor.

El recubrimiento aislante 209 se retira de la parte distal del cable coaxial 202 que se aloja en el segundo canal 228 del elemento de conexión a tierra 224. De esta manera, el conductor externo 206 en la parte distal del cable de alimentación coaxial 202 está expuesto y está en contacto eléctrico con una superficie del segundo canal 228 del elemento de conexión a tierra 224. De esta manera, el conductor externo 206 está conectado eléctricamente al elemento de conexión a tierra 224.

El segundo electrodo 220 incluye una parte proximal 230 que se extiende hacia un extremo proximal de la punta del instrumento 214. La parte proximal 230 está formada por un conductor hueco cilíndrico, que está dispuesto alrededor del elemento de conexión a tierra 224 y la parte distal del cable de alimentación coaxial 202. La parte proximal 230 está en contacto eléctrico con una superficie externa del elemento de conexión a tierra 224 y una parte expuesta del conductor externo 206. De esta manera, el segundo electrodo 220 está conectado eléctricamente al conductor externo 206. La parte proximal 230 del segundo electrodo 220 puede servir para mantener el conductor externo 206 contra el elemento de conexión a tierra 224, para garantizar que se mantenga la conexión eléctrica entre el elemento de conexión a tierra 224 y el conductor externo 206. El elemento de conexión a tierra 224 incluye un labio 232 contra el cual hace tope la parte proximal 230 del segundo electrodo 220. Esto puede servir para mantener las posiciones relativas del elemento de conexión a tierra y la parte proximal 230. La parte proximal 230 del electrodo externo 220 se puede soldar al conductor externo 206 y/o al elemento de conexión a tierra, o se puede fijar usando otros medios (por ejemplo, un epoxi conductor).

La punta del instrumento incluye además un conductor anular externo 231, que está dispuesto alrededor de la parte proximal 230 del electrodo externo 220. El conductor anular 231 es una pieza cilíndrica hueca de material conductor. El conductor anular 231 está conectado eléctricamente a la parte proximal 230 del electrodo externo 220. El conductor anular 231 está dispuesto para blindar la conexión eléctrica 222 entre el conductor interno 204 y el electrodo interno 218. El conductor anular 231 puede así proteger la conexión eléctrica 222 de interferencias eléctricas, así como proteger la conexión eléctrica de daños físicos.

Se forma un conducto de aguja en la punta del instrumento 214 para recibir una aguja hueca 234 que está en comunicación fluida con el canal de fluidos 210. La aguja hueca 234 se puede mover con respecto a la punta del instrumento 214 a través del conducto de la aguja, tal como se analiza a continuación con respecto a las figuras 6 a 8. Con fines ilustrativos, la aguja hueca 234 se omite en la figura 4.

El conducto de la aguja está formado por múltiples componentes en la punta del instrumento 214. En su extremo proximal, el conducto de la aguja está formado por el primer canal 226 en el elemento de conexión a tierra 224. El primer canal 226 incluye una parte acampanada 236 en un extremo proximal. La parte acampanada 236 se ensancha hacia afuera, es decir, una superficie de sección transversal de la parte acampanada 236 aumenta hacia el extremo proximal del primer canal 226. La parte acampanada 236 puede servir para guiar (por ejemplo, desviar o canalizar) la aguja hueca 234 hacia el interior del primer canal 226. Una primera funda aislante 238 se extiende desde el primer canal 226 en dirección proximal hacia el canal de fluidos 210. La primera funda aislante 238 puede servir para guiar la aguja hueca 234 hacia el elemento de conexión a tierra 224 y hacia el interior del primer canal 226. El primer canal 226 incluye además la parte de contacto 240. La parte de contacto 238 del primer canal 226 tiene una sección transversal que coincide sustancialmente con una sección transversal de la aguja hueca 234, es decir, la forma de la

parte de contacto 238 puede ser complementaria a la forma de la aguja hueca 234. De esta manera, cuando la aguja hueca 234 se extiende a través de la parte de contacto 240 del primer canal 226, la aguja hueca 234 puede entrar en contacto con una superficie en el primer canal 226 (por ejemplo, una pared del primer canal 226), para formar un contacto eléctrico entre la aguja hueca 234 y el elemento de conexión a tierra 224. Esto puede servir para cortocircuitar la aguja hueca 234 con el conductor externo 206. El conductor externo 206 normalmente puede estar conectado a tierra (por ejemplo, puede estar a 0 V), de modo que la aguja hueca 234 también puede conectarse a tierra cuando está en el primer canal 226.

El conducto de la aguja incluye además una segunda funda aislante 242 que se extiende desde un extremo distal del primer canal 226. La segunda funda aislante 242 se extiende a través de la punta distal 214 hasta una abertura 244 en un extremo distal de la punta distal 214. La segunda funda aislante 242 pasa a través de un canal 246 en el cuerpo dieléctrico 216. La segunda funda aislante 242 sirve para aislar eléctricamente la aguja hueca 234 del electrodo interno 218.

Una sección transversal de la segunda funda aislante 242 es más pequeña que una sección transversal de la primera funda aislante 238. La sección transversal de la segunda funda aislante 238 debe ser aproximadamente del mismo tamaño que la sección transversal de la parte de contacto 238 del primer canal 226. Esto puede servir para asegurar una colocación precisa de la aguja hueca 234 cuando se mueve a través de la punta del instrumento 214. Usando una sección transversal más grande para la primera funda aislante 238 en comparación con la segunda funda aislante 242, se puede reducir la resistencia al movimiento de la aguja hueca 234 a lo largo del conducto de la aguja (por ejemplo, debido a la fricción entre la aguja hueca 234 y las fundas aislantes). Esto puede facilitar el movimiento de la aguja hueca 234 con respecto a la punta del instrumento 214.

La aguja hueca 234 está en comunicación fluida con el canal de fluidos 210. La aguja hueca 234 se extiende desde un extremo distal del canal de fluidos hacia la punta del instrumento 214. Una punta distal 248 de la aguja hueca 234 es puntiaguda para facilitar la inserción de la aguja hueca 234 en el tejido. La aguja hueca 234 puede ser un tubo hueco de un material adecuado para inyectar fluidos en el tejido, por ejemplo, acero inoxidable. Por ejemplo, la aguja hueca 234 puede ser una aguja hipodérmica. Una parte proximal de la aguja hueca 234 es recibida en una parte distal del canal de fluidos 210, de modo que el fluido transportado por el canal de fluidos 210 pueda fluir hacia la aguja hueca 234. Se puede formar un cierre hermético entre el canal de fluidos 210 y la aguja hueca 234 para evitar fugas de fluidos.

Las figuras 6 a 8 muestran vistas laterales en sección transversal del instrumento electroquirúrgico 200, en donde la aguja hueca 234 está en diferentes posiciones. En la figura 6, la aguja hueca está en una primera posición retraída, de manera que su punta distal 248 esté situada dentro de la primera funda aislante 238. En la figura 7, la aguja hueca 234 está en una segunda posición retraída, en donde su punta distal 248 está ubicada dentro de la segunda funda aislante 242, de modo que no sobresale a través de la abertura 244 en la punta distal 214. En la figura 8, la aguja hueca 234 está en una posición expuesta, en donde su punta distal 248 sobresale a través de la abertura 244 y una parte distal de la aguja hueca 234 se extiende más allá de la punta del instrumento 214.

La aguja hueca 234 puede moverse entre las posiciones ilustradas en las figuras 6 a 8 a través de cualquier medio adecuado. Por ejemplo, la aguja hueca 234 puede moverse usando un cable de control (no mostrado) que se extiende a través del canal de fluidos 210 hasta un extremo proximal del instrumento 200.

Cuando la aguja hueca 234 está en la primera posición retraída (figura 6), la aguja hueca está completamente retraída de la punta del instrumento 214, es decir, no está situada en la punta del instrumento 214. En esta configuración, la aguja hueca 234 no está conectada eléctricamente al conductor externo 206. A medida que la aguja hueca 234 se retrae completamente de la punta del instrumento 214, la aguja hueca 234 no interfiere con la energía de microondas emitida en la punta del instrumento (es decir, a través de los electrodos interno y externo 218, 220).

Cuando la aguja hueca 234 está en la segunda posición retraída (figura 7), la punta distal 248 de la aguja hueca 234 está situada en la punta del instrumento 214. En esta configuración, una parte de la aguja hueca 234 es recibida dentro de la parte de contacto 240 del primer canal 226 del elemento de conexión a tierra 224. De esta manera, la aguja hueca 234 está conectada eléctricamente al elemento de conexión a tierra 224 en la parte de contacto 240. Como resultado, la aguja hueca 234 está conectada eléctricamente al conductor externo 206 del cable de alimentación coaxial 202 a través del elemento de conexión a tierra 224. Esto puede reducir o evitar la interferencia de la aguja hueca 234 con la energía EM irradiada por la punta del instrumento 214 (es decir, a través de los electrodos interno y externo 218, 220).

Cuando la aguja hueca 234 está en la posición expuesta (figura 8), la aguja hueca 234 sobresale a través de la abertura 244 en la punta del instrumento 214. En esta configuración, la aguja hueca 234 se puede usar para dispensar fluidos desde el conducto de fluidos 210 a un lugar de tratamiento. Por ejemplo, la punta distal puntiaguda 248 de la aguja hueca 234 puede insertarse en el tejido diana para inyectar un medicamento líquido en el tejido diana. De manera similar a la segunda posición retraída, una parte de la aguja hueca 234 es recibida en la parte de contacto 240 del primer canal 226 del elemento de conexión a tierra 224. Como resultado, la aguja hueca 234 se conecta eléctricamente al conductor externo 206 del cable de alimentación coaxial 202 a través del elemento de conexión a tierra 224, lo que

puede reducir la interferencia causada por la aguja hueca 234. Por lo tanto, independientemente de si la aguja hueca 234 está en la primera posición retraída, la segunda posición retraída o la posición expuesta, puede evitarse la interferencia de la aguja hueca 234 con la energía EM irradiada.

- 5 El contacto eléctrico formado entre la aguja hueca 234 y la parte de contacto 240 del primer canal 226 puede estar así en una interfaz deslizante entre la aguja y el elemento de conexión a tierra, es decir, permite que la aguja hueca 234 se mueva a través del primer canal 226 mientras se mantiene el contacto eléctrico entre la aguja hueca 234 y el elemento de conexión a tierra 224.
- 10 El elemento de conexión a tierra 224 puede estar ubicado en la punta del instrumento 214, de manera que se encuentre en una posición que corresponde a un número entero situado en la mitad de las longitudes de onda (de la energía de microondas transportada) según se alejan de la punta distal 248 de la aguja hueca 234 cuando la aguja hueca está en la segunda posición retraída. y/o la posición expuesta. Esto puede garantizar que, a frecuencias de microondas, la punta distal 248 de la aguja hueca 234 y la parte de la aguja hueca 234 en el primer canal 226 estén a la misma tensión (es decir, el del conductor externo 206). Por ejemplo, a una frecuencia de energía de microondas de 5,8 GHz, un cuarto de longitud de onda de la energía de microondas puede ser de aproximadamente 12,9 mm (suponiendo que la guía de ondas esté descargada). Si la aguja hueca 234 está en cortocircuito a tierra (por ejemplo, 0 V) a  $2 \times 12,9$  mm de su punta distal 248, entonces la punta distal 248 también puede ponerse en cortocircuito a tierra. Así pues, en este ejemplo, el elemento de conexión a tierra 224 puede colocarse aproximadamente a  $2 \times 12,9$  mm = 25,8 mm de distancia de la punta distal 248 de la aguja hueca 234 cuando la aguja hueca 234 está en la posición expuesta. La distancia de recorrido de la aguja se puede establecer de modo que la conexión eléctrica al elemento de conexión a tierra 224 sea un múltiplo de la mitad de las longitudes de onda de la energía de microondas desde la punta distal tanto en la posición retraída como en la posición expuesta.
- 25 La figura 10a muestra una vista frontal del cuerpo dieléctrico 216 de la punta del instrumento 214. La figura 10b muestra una vista en perspectiva del cuerpo dieléctrico 216 de la punta del instrumento 214. El cuerpo dieléctrico 216 está formado por una pieza unitaria de material aislante (por ejemplo, PEEK). El cuerpo dieléctrico 216 incluye un primer conjunto de ranuras 250a, 250b, 250c, en el que se forma el electrodo interno 218, y un segundo conjunto de ranuras 252a, 252b, 252c, en el que se forma el electrodo externo 220. El primer conjunto de ranuras 250a-c y el segundo conjunto de ranuras 252a-c están formados en una superficie externa 254 del cuerpo dieléctrico 216 y se extienden en la dirección longitudinal. En el ejemplo mostrado, tanto el primer conjunto de ranuras 250a-c como el segundo conjunto de ranuras 252a-c incluyen tres ranuras. En otros ejemplos, se pueden utilizar diferentes números de ranuras. Las ranuras en el primer conjunto y en el segundo conjunto están dispuestas de modo alternante alrededor de un perímetro del cuerpo dieléctrico 216. Por tanto, cada ranura del primer conjunto 250a-c está situada entre dos ranuras en el segundo conjunto 252a-c. Las ranuras adyacentes en el cuerpo dieléctrico 216 están separadas por una parte del cuerpo dieléctrico 216. La superficie externa 254 del cuerpo dieléctrico 216 tiene una forma generalmente cilíndrica y forma parte de una superficie externa de la punta del instrumento 214. Un extremo distal 256 del cuerpo dieléctrico 216 es redondeado, por ejemplo, se configura de una manera suavemente contorneada.
- 40 El electrodo interno 218 está formado por una pieza unitaria de material conductor (por ejemplo, metal) que tiene tres dedos conductores 258a, 258b, 258c, que se extienden longitudinalmente. Cada uno de los dedos conductores 258a-c está ubicado respectivamente en el primer conjunto de ranuras 250a-c en el cuerpo dieléctrico 216. El electrodo externo 220 está formado por una pieza unitaria de material conductor (por ejemplo, metal) que tiene tres dedos conductores 260a, 260b, 260c, que se extienden longitudinalmente. Cada uno de los dedos conductores 260a-c está ubicado respectivamente en el segundo conjunto de ranuras 252a-c en el cuerpo dieléctrico 216. Los dedos conductores 258a-c del electrodo interno 218 están eléctricamente aislados de los dedos conductores 260a-c del electrodo externo 220 mediante el cuerpo dieléctrico 216. Cada dedo conductor del electrodo interno 218 está situado entre dos dedos conductores del electrodo externo (y viceversa). De esta manera, el electrodo interno 218 y el electrodo externo 220 pueden considerarse así como electrodos interdigitados.
- 50 El electrodo interno 218 y el electrodo externo 220 están formados de manera que queden al ras con la superficie externa 254 y el extremo distal 256 del cuerpo dieléctrico 216. Esto proporciona una superficie externa lisa a la punta del instrumento 214, lo que puede evitar que el tejido se enganche en la punta del instrumento 214. La punta del instrumento 214 está recubierta con un recubrimiento antiadherente biocompatible, por ejemplo, fabricado con parileno C o parileno D. En este ejemplo, el recubrimiento tiene un espesor de aproximadamente 3  $\mu\text{m}$ , pero se puede utilizar otro espesor, por ejemplo, hasta 40  $\mu\text{m}$ . Como alternativa o además, el electrodo interno 218 y el electrodo externo 220 pueden pulirse para minimizar la adherencia del tejido.
- 55 El recubrimiento antiadherente evita que el tejido coagulado se adhiera a la punta del instrumento. Como resultado, se puede evitar dañar el tejido cuando la punta del instrumento 214 se retira de un lugar de tratamiento después de la aplicación de energía EM.
- 60 El instrumento electroquirúrgico 200 puede ser especialmente adecuado para coagular tejido usando energía de microondas, para detener o controlar una hemorragia (hemostasia). El electrodo interno 218 y el electrodo externo 220 pueden actuar como una antena de microondas bipolar cuando se suministra energía de microondas a la punta del instrumento 214 a través del cable de alimentación coaxial 202. De esta manera, el tejido diana situado alrededor de

la punta del instrumento 214 puede coagularse utilizando energía de microondas. El extremo distal redondeado de la punta del instrumento 214 puede hacer que la punta del instrumento sea adecuada para aplicar presión a una superficie de tratamiento (por ejemplo, un vaso) para actuar como un taponamiento para detener una hemorragia. Se puede aplicar energía de microondas a través de la punta del instrumento 214 mientras se aplica presión a la superficie de tratamiento para coagular el tejido y detener la hemorragia.

Como los dedos conductores del electrodo interno 218 y el electrodo externo 220 están dispuestos en orden alternante alrededor de un perímetro de la punta del instrumento 214, un perfil de radiación de microondas producido por la punta del instrumento puede ser sustancialmente uniforme alrededor de la punta del instrumento 214. Esto puede permitir un tratamiento sustancialmente uniforme del tejido ubicado alrededor de la punta del instrumento 214.



## REIVINDICACIONES

1. Un instrumento electroquirúrgico, que comprende:

- 5 un cable de alimentación coaxial para transportar energía de microondas, teniendo el cable de alimentación coaxial un conductor interno (204), un conductor externo (206) y un material dieléctrico (208) que separa el conductor interno y el conductor externo;
- una punta del instrumento (214) dispuesta en un extremo distal del cable de alimentación coaxial para recibir la energía de microondas y/o la energía de radiofrecuencia; y
- 10 un canal de fluidos (210) para transportar fluidos a la punta del instrumento, en donde la punta del instrumento comprende:
  - un cuerpo dieléctrico (216);
  - 15 una estructura irradiante para irradiar la energía de microondas al tejido biológico, en donde la estructura irradiante está formada en el cuerpo dieléctrico y/o sobre el mismo, y en donde la estructura irradiante incluye un primer electrodo (218) que está conectado eléctricamente al conductor interno, y un segundo electrodo (220) que está conectado eléctricamente al conductor externo, estando expuestos el primer electrodo y el segundo electrodo sobre una superficie externa del cuerpo dieléctrico; y
  - 20 una aguja hueca (234) en comunicación fluida con el canal de fluidos, estando dispuesta la aguja hueca para suministrar fluidos desde el canal de fluidos a un lugar de tratamiento, y

en donde la estructura irradiante está recubierta con un material aislante antiadherente.

25 2. Un instrumento electroquirúrgico de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la punta del instrumento está recubierta con el material aislante antiadherente.

30 3. Un instrumento electroquirúrgico de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, en donde un recubrimiento del material aislante antiadherente sobre la estructura irradiante tiene un espesor igual o inferior a 40  $\mu\text{m}$ , y opcionalmente en donde el espesor es igual o inferior a 10  $\mu\text{m}$ .

4. Un instrumento electroquirúrgico de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde el material aislante antiadherente es parileno C o parileno D.

35 5. Un instrumento electroquirúrgico de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde la aguja hueca está conectada eléctricamente al conductor externo para conectar a tierra la aguja hueca.

6. Un instrumento electroquirúrgico de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde la punta del instrumento comprende además un elemento de conexión a tierra dispuesto para conectar eléctricamente la aguja hueca al conductor externo.

40 7. Un instrumento electroquirúrgico de acuerdo con la reivindicación 6, en donde el elemento de conexión a tierra incluye un cuerpo que tiene una primera superficie de conexión y una segunda superficie de conexión dispuestas para retener la aguja hueca y el conductor externo, respectivamente, en donde la primera superficie de conexión y la segunda superficie de conexión están conectadas eléctricamente entre sí, y en donde la aguja hueca está conectada eléctricamente a la primera superficie de conexión y el conductor externo está conectado eléctricamente a la segunda superficie de conexión.

8. Un instrumento electroquirúrgico de acuerdo con la reivindicación 7, en donde:

- 50 el cuerpo del elemento de conexión a tierra tiene un primer canal que se extiende a través del mismo, estando formada la primera superficie de conexión dentro del primer canal;
- una parte de la aguja hueca es recibida en el primer canal; y
- el primer canal incluye una parte acampanada ubicada en un extremo proximal del primer canal, teniendo la parte acampanada una superficie de sección transversal que aumenta hacia el extremo proximal del primer canal.

55 9. Un instrumento electroquirúrgico de acuerdo con la reivindicación 7 u 8, en donde:

- el cuerpo del elemento de conexión a tierra incluye un segundo canal que se extiende a través del mismo, estando formada la segunda superficie de conexión en el segundo canal; y
- 60 una parte distal del conductor externo es recibida en el segundo canal.

10. Un instrumento electroquirúrgico de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 7 a 9, que comprende, además:

- 65 una primera funda aislante dispuesta en un extremo proximal del elemento de conexión a tierra para guiar la aguja hueca para que entre en contacto con la primera superficie de conexión, y

una segunda funda aislante dispuesta en un extremo distal del elemento de conexión a tierra para aislar la aguja hueca de la estructura irradiante.

11. Un instrumento electroquirúrgico de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde la aguja hueca se puede mover con respecto a la punta del instrumento entre:

una posición retraída, en la que un extremo distal de la aguja hueca está retrasado desde un extremo distal de la punta del instrumento; y

una posición expuesta, en la que el extremo distal de la aguja hueca sobresale más allá del extremo distal de la punta del instrumento; y opcionalmente

en donde la aguja hueca es deslizante con respecto al conductor externo, y una conexión eléctrica entre la aguja hueca y el conductor externo pasa a través de una interfaz deslizante.

12. Un instrumento electroquirúrgico de acuerdo con la reivindicación 11, en donde la punta del instrumento incluye una abertura en un extremo distal de la misma, y en donde:

cuando la aguja hueca está en la posición retraída, el extremo distal de la aguja hueca está situado en la punta del instrumento y no sobresale a través de la abertura;

cuando la aguja está en la posición expuesta, el extremo distal de la aguja hueca sobresale a través de la abertura.

13. Un instrumento electroquirúrgico de acuerdo con la reivindicación 11 o 12, en donde, cuando está en la posición expuesta, la aguja hueca está conectada eléctricamente al conductor externo en una posición en la aguja hueca que corresponde a un número entero situado en la mitad de las longitudes de onda de la energía de microondas según se alejan desde un extremo distal de la aguja hueca.

14. Un instrumento electroquirúrgico de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde el cuerpo dieléctrico incluye una primera ranura en la que está dispuesto el primer electrodo y una segunda ranura en la que está dispuesto el segundo electrodo.

15. Un instrumento electroquirúrgico de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde el cuerpo dieléctrico es un cilindro que tiene un eje longitudinal alineado con el cable coaxial, y en el que el cuerpo dieléctrico comprende un canal que se extiende longitudinalmente formado en el mismo, y una parte de la aguja hueca es recibida en el canal que se extiende longitudinalmente; y opcionalmente

en donde el primer electrodo incluye un primer conjunto de dedos conductores que se extienden longitudinalmente y dispuestos alrededor de un perímetro del cuerpo dieléctrico; y opcionalmente

en donde el segundo electrodo incluye un segundo conjunto de dedos conductores que se extienden longitudinalmente dispuestos alrededor del perímetro del cuerpo dieléctrico, y en donde el primer conjunto y el segundo conjunto de dedos conductores están dispuestos de manera interdigitada alrededor del perímetro del cuerpo dieléctrico.

16. Un instrumento electroquirúrgico de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde la punta del instrumento comprende además un conductor de blindaje conectado eléctricamente al conductor externo y que encierra una conexión eléctrica entre el cable de alimentación coaxial y la estructura irradiante; y/o

en donde un extremo distal de la punta del instrumento tiene una forma contorneada suavemente para que sea adecuada para aplicar un punto de presión a una superficie diana.

17. Un sistema electroquirúrgico para el tratamiento de tejidos biológicos, comprendiendo el aparato:

un generador electroquirúrgico dispuesto para suministrar energía de microondas y/o energía de radiofrecuencia; un instrumento electroquirúrgico de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores conectado para recibir la energía de microondas y/o la energía de radiofrecuencia del generador electroquirúrgico; y opcionalmente un dispositivo de exploración quirúrgica que tiene un cordón de inserción flexible para insertarlo en el cuerpo de un paciente, en donde el cordón de inserción flexible tiene un canal de instrumento que avanza a lo largo de su longitud, y en donde el instrumento electroquirúrgico está dimensionado para encajar dentro del canal de instrumento.

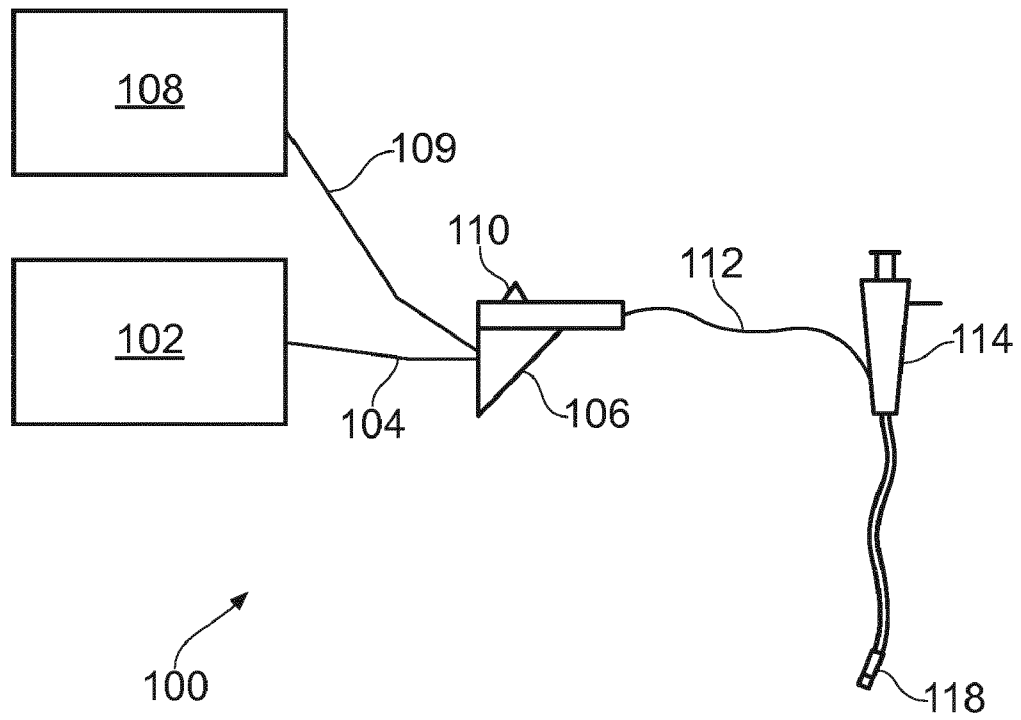


FIG. 1

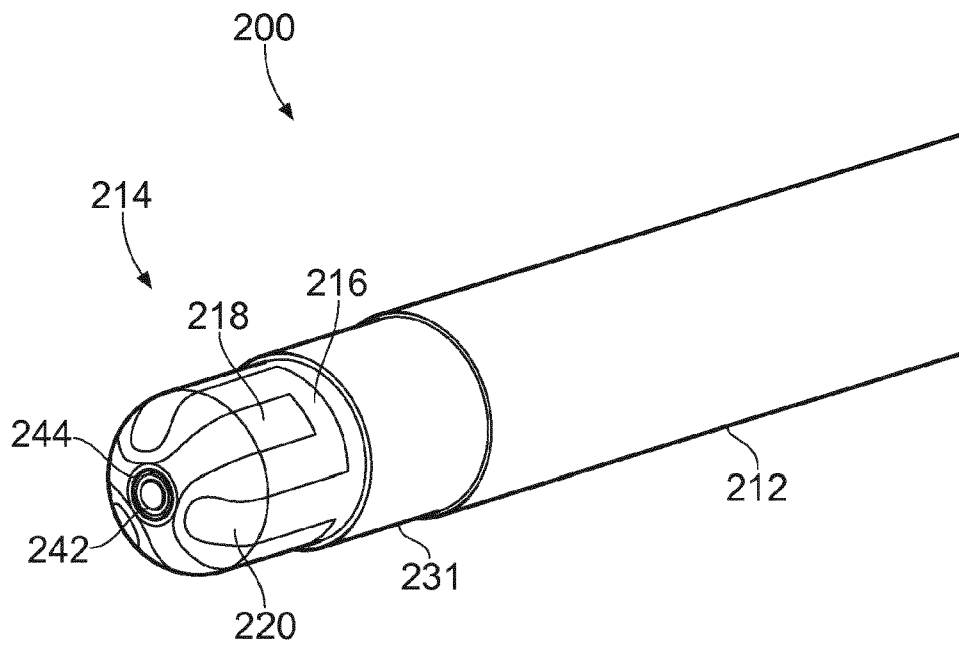


FIG. 2

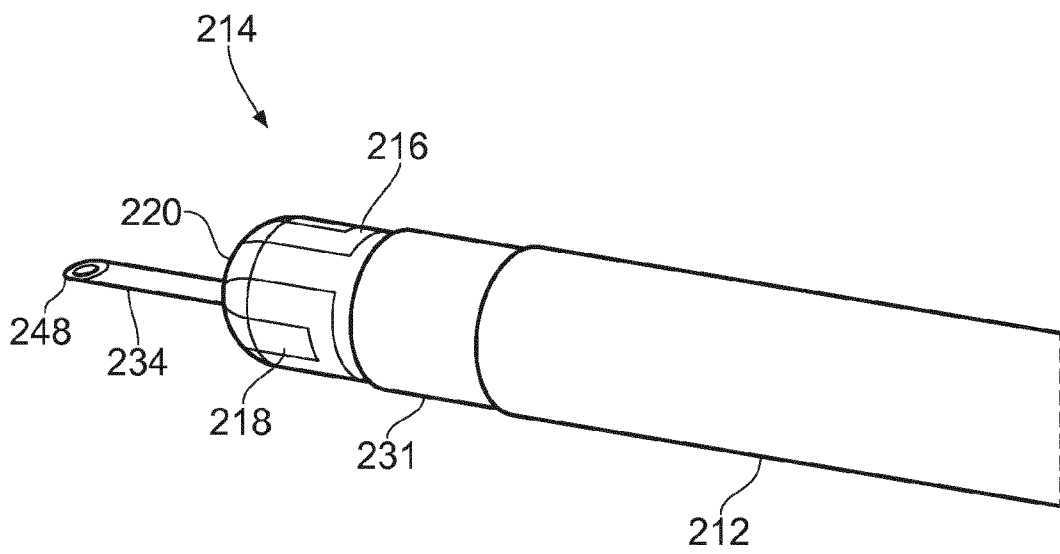


FIG. 3

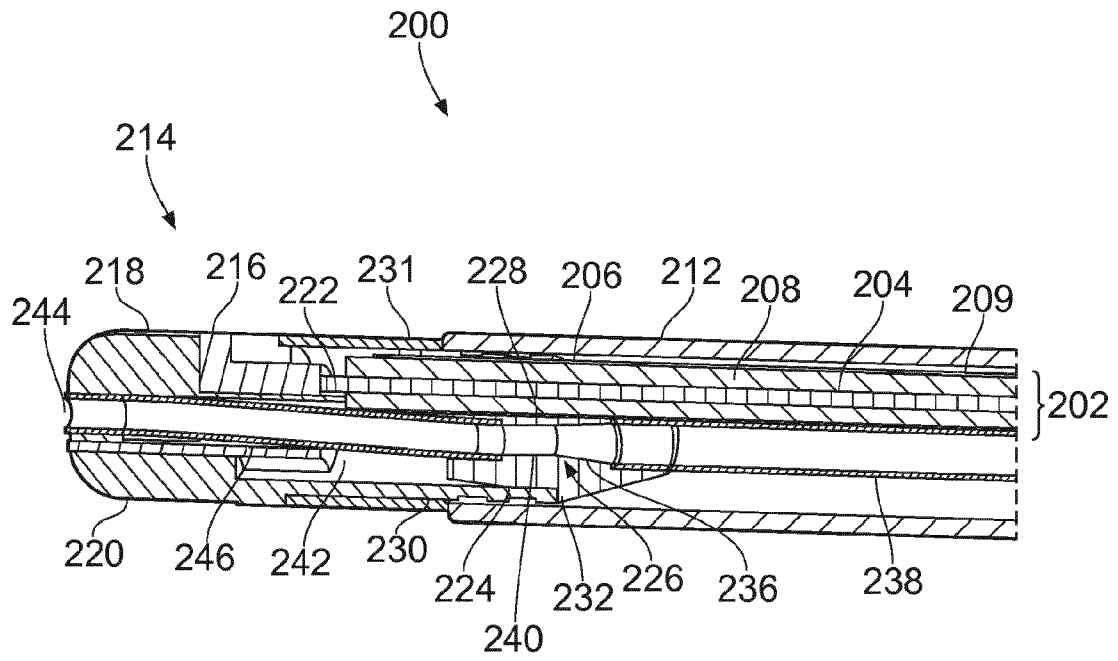


FIG. 4

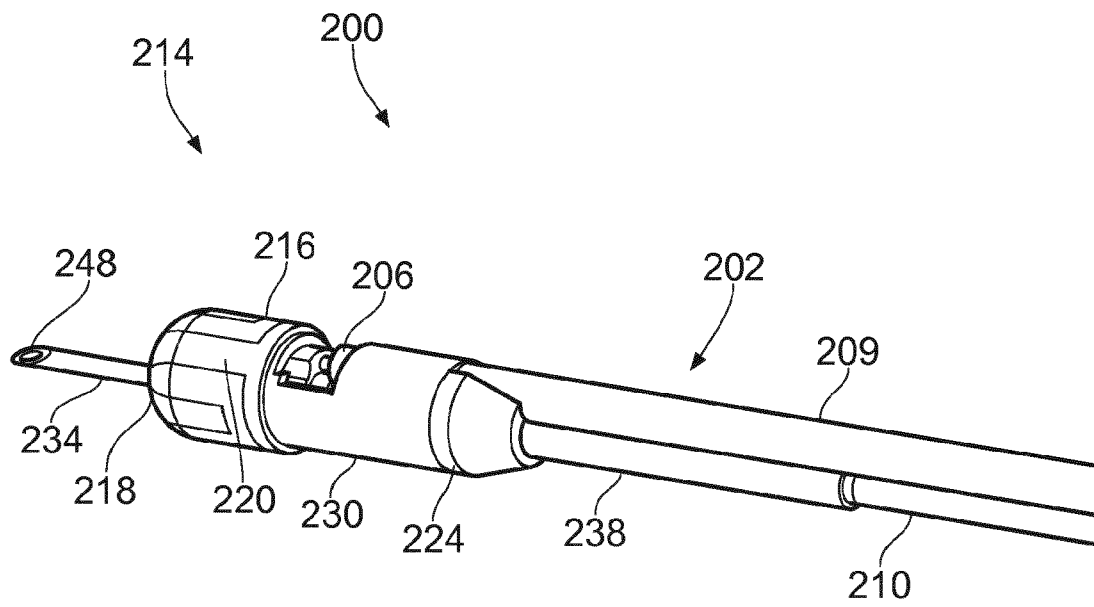


FIG. 5

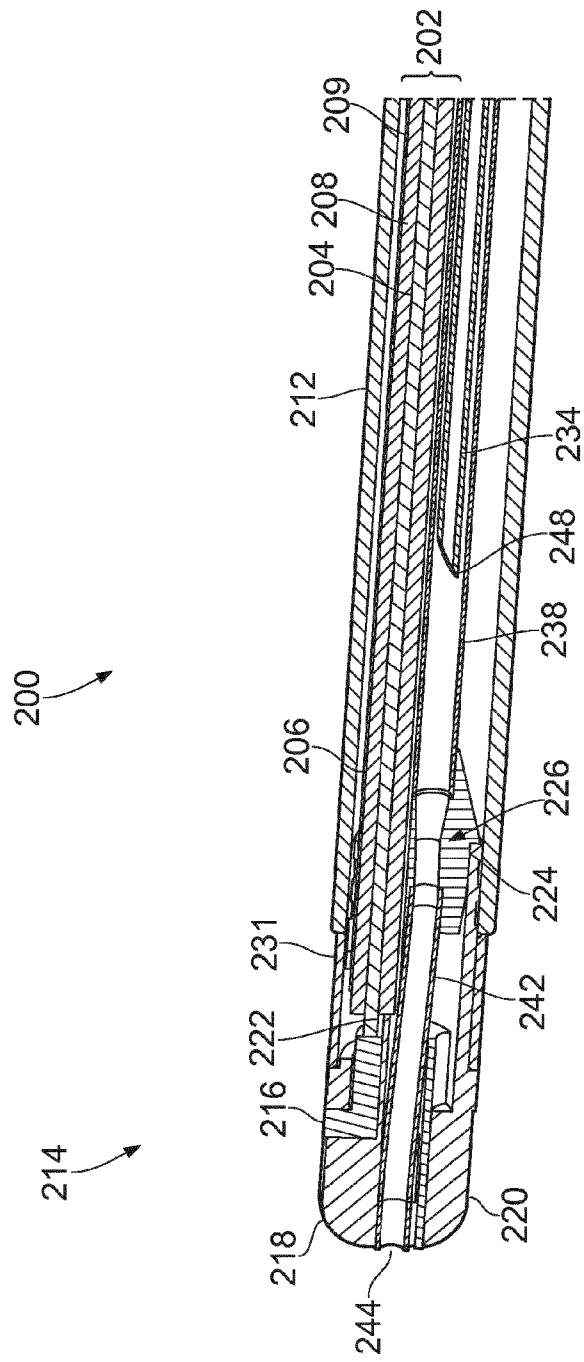


FIG. 6

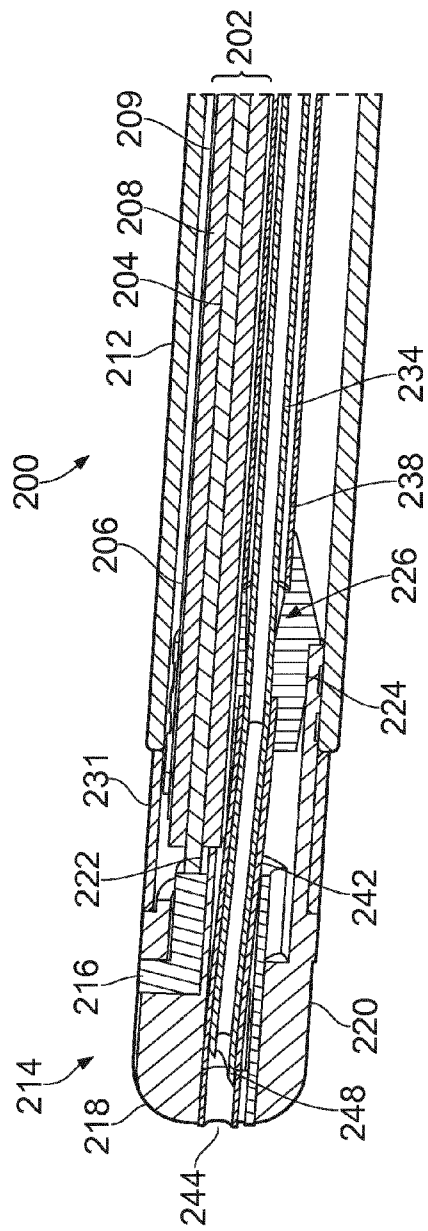


FIG. 7

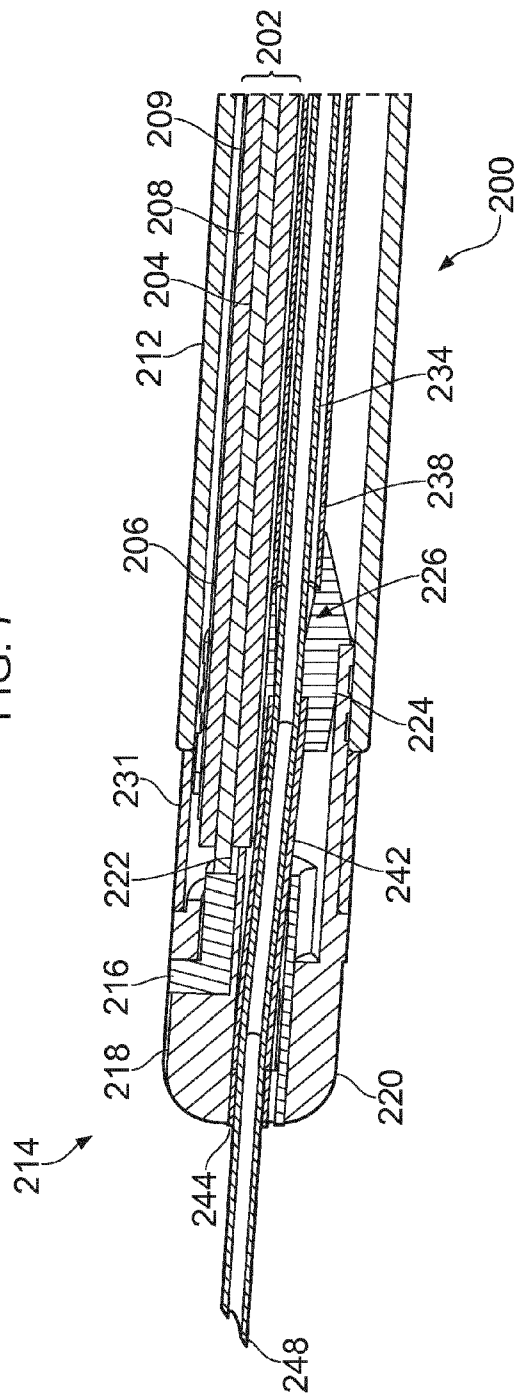


FIG. 8



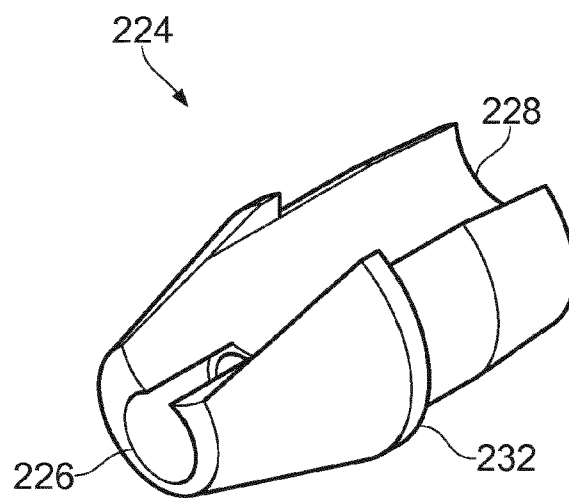


FIG. 9a

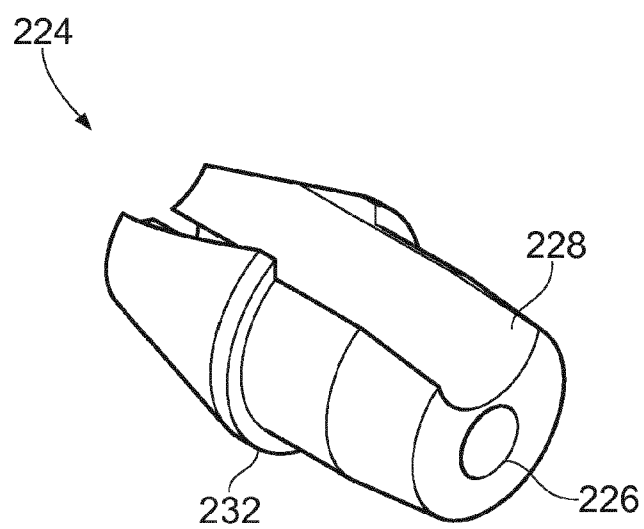


FIG. 9b

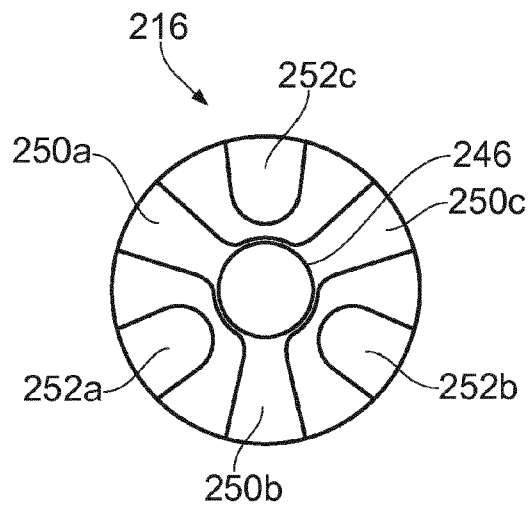


FIG. 10a

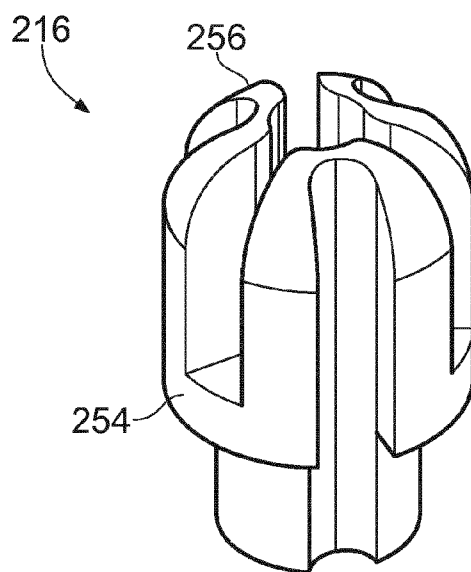


FIG. 10b