

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 927 728**

51 Int. Cl.:

**A61B 18/18** (2006.01)

**A61B 18/14** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **12.10.2018** **E 20213412 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **24.08.2022** **EP 3808303**

54 Título: **Aparato electroquirúrgico**

30 Prioridad:

**13.10.2017 GB 201716778**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**10.11.2022**

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**HANCOCK, CHRISTOPHER PAUL;**  
**ULLRICH, GEORGE;**  
**WEBB, DAVID EDWARD;**  
**TURNER, LOUIS;**  
**MEADOWCROFT, SIMON;**  
**JOHNSON, JESSI y**  
**TAIMISTO, MIRIAM**

74 Agente/Representante:

**VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro**

ES 2 927 728 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

Aparato electroquirúrgico

## 5 Campo de la invención

La invención se refiere a pinzas electroquirúrgicas para sujetar tejido biológico y para proporcionar energía de microondas en el tejido sujetado para coagular o cauterizar o sellar el tejido. En particular, las pinzas pueden usarse para aplicar presión para cerrar uno o más vasos sanguíneos antes de aplicar radiación electromagnética (preferentemente energía de microondas) para sellar los vasos sanguíneos. Las pinzas pueden disponerse también para cortar tejido después de coagular o sellar, por ejemplo, utilizando energía de radiofrecuencia (RF) o un elemento de corte mecánico, tal como una cuchilla. La invención se puede aplicar a pinzas que se pueden insertar por el canal de instrumentos de un endoscopio, un gastroscopio o un broncoscopio, o puede usarse en cirugía laparoscópica o cirugía abierta.

## Antecedentes de la invención

Los instrumentos electroquirúrgicos son instrumentos que se utilizan para suministrar energía de radiofrecuencia y/o frecuencia de microondas al tejido biológico, para fines tales como cortar tejido biológico o coagular sangre. La energía de radiofrecuencia y / o frecuencia de microondas se suministra al instrumento electroquirúrgico utilizando una línea de transmisión, tal como un cable coaxial, una guía de ondas, una línea de microcinta o similar.

En algunos casos, un instrumento electroquirúrgico puede incluir pinzas capaces de suministrar energía térmica al tejido biológico sujetado entre las mordazas de las pinzas. Por ejemplo, la energía de radiofrecuencia (RF) puede administrarse desde una disposición de electrodos bipolares en las mordazas de las pinzas. La energía de RF se puede usar para sellar los vasos mediante la desnaturalización térmica de las proteínas de la matriz extracelular (por ejemplo colágeno) dentro de la pared del vaso. La energía térmica puede cauterizar también el tejido sujeto y facilitar la coagulación. Como alternativa, las mordazas pueden incluir una o más estructuras del emisor de microondas, que están dispuestas para irradiar energía EM de microondas en el tejido biológico sujetado entre las mordazas, para sellar el tejido.

Dichos dispositivos encuentran por lo general aplicación en el extremo de herramientas laparoscópicas quirúrgicas mínimamente invasivas, pero también pueden encontrar uso en otras áreas de procedimientos clínicos tales como la ginecología, endourología, cirugía gastrointestinal, procedimientos ORL, etc. Dependiendo del contexto de uso, estos dispositivos pueden tener una construcción física, tamaño, escala y complejidad diferentes.

Los ejemplos actuales de dispositivos mínimamente invasivos que son capaces de disecar tejido corporal al mismo tiempo que logran la hemostasia incluyen la tecnología de sellado de vasos LigaSure fabricada por Covidien y la plataforma Thunderbeat de Olympus. El sistema LigaSure es una disposición de pinzas bipolar en la que se suministra corriente para sellar el tejido mientras se aplica presión. La plataforma Thunderbeat suministra simultáneamente energía térmica generada mediante una fuente ultrasónica y energía eléctrica bipolar.

El documento US 6.585.735 describe unas pinzas bipolares para endoscopia en las que las mordazas de las pinzas están dispuestas para conducir la energía bipolar a través del tejido sujeto entre ellas.

El documento EP 2 233 098 describe pinzas de microondas para sellar tejidos, en las que las superficies de sellado de las mordazas incluyen una o más antenas de microondas para irradiar energía de microondas hacia el tejido sujeto entre las mordazas de las pinzas.

El documento WO 2015/097472 describe unas pinzas electroquirúrgicas en las que uno o más pares de estructuras de líneas de transmisión con pérdidas no equilibradas y no resonantes están dispuestos en la superficie interna de un par de mordazas. Otras pinzas electroquirúrgicas se desvelan en los documentos US2013/0253508 A1, US2014/0276731 A1 y US2012/0046661 A1.

## Sumario de la invención

En su forma más general, la presente divulgación proporciona diversas mejoras para el control de un aparato electroquirúrgico y, en particular, un instrumento de pinzas electroquirúrgico. En un aspecto, la presente divulgación proporciona un instrumento de pinzas electroquirúrgico que combina un mecanismo robusto de apertura de mordaza con un mecanismo de suministro de energía de microondas. En otro aspecto, la presente divulgación proporciona una pieza de mano que combina el control de giro de un instrumento electroquirúrgico con el suministro de energía y la accionamiento del efector final (por ejemplo, cierre de la mordaza, retracción de la cuchilla o similar).

De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un instrumento de pinzas electroquirúrgico que comprende: un eje flexible que define un lumen; un cable coaxial para transportar energía de microondas dispuesto dentro del lumen del eje flexible; un soporte rígido montado en un extremo distal del eje flexible; un par de mordazas

montadas de manera pivotante en el soporte rígido, pudiendo el par de mordazas moverse entre sí para abrir y cerrar un espacio entre las superficies internas opuestas de las mismas; y un elemento de accionamiento dispuesto dentro del lumen del eje flexible y que se extiende desde allí a través del soporte rígido para acoplar operativamente el par de mordazas, en donde el par de mordazas comprende una primera mordaza que tiene una estructura de suministro de energía unida a una superficie interna, por lo tanto, comprendiendo la estructura de suministro de energía un sustrato dieléctrico flexible que tiene un primer electrodo y un segundo electrodo formados sobre el mismo, en donde la estructura de suministro de energía está conectada para recibir la energía de microondas del cable coaxial, y en donde el primer electrodo y el segundo electrodo están dispuestos para emitir la energía de microondas recibida por la estructura de suministro de energía en el espacio entre el par de mordazas. Esta estructura puede proporcionar un mecanismo robusto de apertura de mordazas, donde el par de mordazas están montadas de forma segura con respecto a una porción distal del eje de una manera que reduce o elimina el riesgo de que se desvíen, por ejemplo, hacia un lado durante el uso. Las mordazas en sí pueden estar formadas como estructuras rígidas en forma de garra, por ejemplo, de metal biocompatible, tal como acero inoxidable. Las mordazas pueden actuar para proteger la estructura de suministro de energía y, por lo tanto, permitir que esa estructura posea una flexibilidad que le permita deformarse cuando las mordazas se mueven entre sí sin afectar el suministro de energía de microondas.

Durante el uso, el par de mordazas puede disponerse para sujetar tejido biológico, por ejemplo, un vaso sanguíneo, y aplicar energía de microondas a través del espacio entre la superficie interna de las mordazas para coagular el tejido contenido dentro del vaso, es decir, colágeno, elastina, grasa o sangre o una combinación de en el tejido biológico y por lo tanto sellar el vaso sujetado. Después del sellado, el vaso puede cortarse, por ejemplo, usando una cuchilla o energía de RF entregada desde los mismos electrodos que suministran la energía de microondas. Se puede incorporar una cuchilla móvil en las pinzas.

Aunque los electrodos se pueden proporcionar en una sola de las mordazas, es deseable que se proporcionen en ambas mordazas, para que el efecto coagulante de la energía de microondas se aplique de manera uniforme, lo que debería crear un mejor sello. Por tanto, el par de mordazas puede comprender una segunda mordaza dispuesta frente a la primera mordaza, teniendo la segunda mordaza una estructura idéntica a la primera mordaza. Por tanto, el par de mordazas puede comprender una segunda mordaza que tiene una estructura de suministro de energía unida a una superficie interna, por lo tanto, comprendiendo la estructura de suministro de energía un sustrato dieléctrico flexible que tiene un primer electrodo y un segundo electrodo formados sobre el mismo, en donde la estructura de suministro de energía está conectada para recibir la energía de microondas del cable coaxial, y en donde el primer electrodo y el segundo electrodo están dispuestos para emitir la energía de microondas recibida por la estructura de suministro de energía en el espacio entre el par de mordazas. En otros ejemplos, ambas mordazas pueden tener un sustrato dieléctrico flexible, cada uno con un solo electrodo. Después, la energía de microondas puede ser suministrada por una estructura de línea de transmisión formada por los electrodos en ambas mordazas.

El soporte rígido puede ser una estructura con puntas o en forma de U montada, por ejemplo, fijado al extremo distal del eje flexible. Se puede montar un eje o pasador de pivote entre las puntas o patas de la estructura en forma de U. El par de mordazas puede estar montado pivotantemente sobre este mismo eje, es decir, pueden pivotar sobre un eje común.

El par de mordazas puede moverse de manera simétrica con respecto al eje. En un ejemplo, el par de mordazas puede comprender una primera mordaza y una segunda mordaza, y el elemento de accionamiento puede comprender un primer cable de control conectado a la primera mordaza y un segundo cable de control conectado a la segunda mordaza. El primer cable de control y el segundo cable de control pueden moverse en una dirección longitudinal con respecto al soporte para efectuar la apertura y el cierre del par de mordazas. Cada cable de control se puede asegurar a, por ejemplo, pegado o acoplado a, una porción proximal de su respectiva mordaza. Los cables de control pueden ser rígidos para permitir que tanto una fuerza de empuje como una fuerza de tracción se transfieran al par de mordazas.

El elemento de accionamiento puede comprender un cable de control principal que se extiende a través del lumen del eje flexible. El cable de control principal puede bifurcarse en un extremo distal del mismo para formar el primer cable de control y el segundo cable de control.

Se puede montar un marco de retención dentro de una porción proximal del lumen para sostener el cable coaxial y el elemento de accionamiento en una orientación fija entre sí. El marco de retención puede tener una primera región de montaje conformada para recibir y retener el cable coaxial y una segunda región de montaje conformada para recibir y retener el elemento de accionamiento. Se puede formar un manguito alrededor del marco de retención, cable coaxial y elemento de accionamiento dentro del lumen del eje flexible. Esta disposición puede reducir la fricción cuando se manipula el eje flexible y puede ayudar al deslizamiento relativo entre el elemento de accionamiento y el cable coaxial.

El marco de retención puede tener un extremo distal separado longitudinalmente del soporte rígido. En esta disposición, una porción distal del eje flexible adyacente al soporte rígido tiene un lumen más vacío y, por lo tanto, puede exhibir más flexibilidad. Esto puede facilitar la ubicación del instrumento en posiciones incómodas.

El primer y segundo electrodos pueden ser elementos conductores alargados formados sobre el sustrato dieléctrico flexible dentro de la mordaza. Pueden ser líneas de transmisión paralelas y pueden formar una estructura de línea

coplanaria en la superficie interna. La distancia de separación entre las líneas coplanares o las líneas de transmisión paralelas se puede elegir para proporcionar la funcionalidad de corte por RF, es decir, para permitir que un campo E producido al aplicar energía de RF sea lo suficientemente alto como para producir corte o disección/resección de tejido. Los electrodos de transmisión paralelos pueden disponerse de manera que los electrodos opuestos entre sí a través del espacio entre las mordazas sean de polaridad opuesta, es decir, una carga positiva en una línea se enfrenta a una carga negativa de la línea opuesta. La acción de corte del tejido puede verse aumentada por los campos E opuestos en las dos caras opuestas cuando las mordazas están muy próximas, por ejemplo, con una separación igual o inferior a 1 mm, preferentemente igual o inferior a 0,5 mm de separación. La separación entre el primer y el segundo electrodo de la mordaza puede ser igual o inferior a 0,5 mm.

El sustrato dieléctrico flexible puede comprender una porción proximal que se extiende entre un extremo distal del cable coaxial y un extremo proximal de la superficie interna, en donde la porción proximal es deformable al abrir y cerrar el par de mordazas. La porción proximal puede pasar a través del soporte rígido. El cable coaxial puede así terminar dentro del lumen del eje flexible.

El sustrato dieléctrico flexible tiene un par de pistas conductoras formadas sobre el mismo para transportar energía de microondas desde el cable coaxial al primer electrodo y al segundo electrodo. El par de pistas conductoras se puede formar en lados opuestos del sustrato dieléctrico flexible. Por ejemplo, el par de pistas conductoras puede comprender una primera pista conductora conectada eléctricamente a un conductor interior del cable coaxial, y una segunda pista conductora conectada eléctricamente a un conductor externo del cable coaxial.

La primera pista conductora se puede conectar eléctricamente al primer electrodo y la segunda pista conductora se conecta eléctricamente al segundo electrodo. Estas conexiones pueden ocurrir en una unión en la superficie interna de la mordaza.

El sustrato dieléctrico flexible puede ser una cinta de material aislante que tiene material eléctricamente conductor fabricado sobre la misma para proporcionar el primer electrodo y el segundo electrodo. La cinta puede tener una anchura mayor que la anchura del par de pistas conductoras. Puede haber una pieza adicional de dieléctrico (por ejemplo, cerámica o PTFE o PTFE cargado con cerámica) montada en el elemento de mordaza interior. Para minimizar la pérdida de energía en el sustrato dieléctrico flexible y garantizar que el material pueda soportar las tensiones asociadas con el corte por RF, es decir, tensiones pico de hasta 400 V o más, el material tiene preferentemente un factor de disipación bajo o tan delta, es decir, 0,001 o menos, y tiene una alta rigidez dieléctrica o tensión de ruptura, es decir, hasta 100 kV/mm o más. Se puede utilizar poliimida o materiales similares.

La primera mordaza (o ambas o el par de mordazas) puede tener una ranura longitudinal formada en la misma para permitir el paso de una cuchilla de corte. La cuchilla de corte puede montarse de forma deslizante en la primera mordaza. La cuchilla puede funcionar utilizando un cable de control de la cuchilla que está dispuesto dentro y se extiende desde el lumen para acoplarse operativamente a la cuchilla. La primera mordaza comprende una porción de cubierta, por ejemplo, en un extremo distal de la misma. La porción de cubierta se puede dimensionar para retener la cuchilla en una posición retraída. La cuchilla puede estar desviada a la posición retraída. Como alternativa o adicionalmente, el cable de control de la cuchilla puede acoplarse operativamente al elemento de accionamiento de manera que el movimiento de la cuchilla alejándose de la posición retraída impulse el par de mordazas hacia una posición cerrada. Estas características se pueden usar por separado o en combinación para evitar la exposición accidental de la cuchilla.

El par de mordazas puede dimensionarse para que quepa dentro del canal de un instrumento de un dispositivo de exploración quirúrgico, por ejemplo, un endoscopio, gastroscopio, broncoscopio o similar.

En otro aspecto, la invención puede proporcionar una pieza de mano para controlar un instrumento electroquirúrgico, comprendiendo la pieza de mano: un cuerpo; un eje flexible que se extiende desde un extremo proximal del cuerpo; un cable coaxial extendido a través de un lumen definido por el eje flexible, siendo el cable coaxial para su conexión a un instrumento electroquirúrgico que se puede ubicar en un extremo distal del eje flexible; una barra de control que se extiende a través del lumen, siendo la barra de control para su conexión a un instrumento electroquirúrgico que se puede ubicar en un extremo distal del eje flexible; un elemento de accionamiento montado de forma deslizante sobre el cuerpo; y un rotador montado giratoriamente en el cuerpo, en donde el cable coaxial y el eje flexible están montados para deslizarse en relación con el cuerpo con el elemento de accionamiento y girar en relación con el cuerpo con el rotador, y en donde la barra de control tiene una porción proximal que está montada en una posición fija longitudinalmente en relación con el cuerpo. Durante el uso, la pieza de mano puede suministrar energía a un instrumento electroquirúrgico en el extremo distal del eje flexible en combinación con una fuerza longitudinal (axial) (a través de la barra de control) y una fuerza de giro (a través del eje flexible). La fuerza longitudinal se puede utilizar para controlar un efector final en el instrumento, por ejemplo, un par de mordazas en un instrumento de pinzas como se ha descrito anteriormente, o una cuchilla o aguja deslizante. La fuerza de giro puede usarse para controlar la orientación del instrumento.

La conexión entre los componentes de la pieza de mano es tal que el eje flexible y el cable coaxial se deslizan con respecto a la barra de control. Dicho de otro modo, la posición de la barra de control puede cambiar en relación con el

eje flexible, que puede así proporcionar un movimiento físico en el extremo distal del mismo para operar el instrumento.

El cuerpo puede ser un alojamiento de tipo cilindro que descansa sobre un eje que está alineado con el eje flexible cuando se extiende alejándose del cuerpo. Un eje de giro del rotador puede estar alineado o ser coaxial dentro del eje del cuerpo. El rotador puede ser un collarín o anillo montado en una superficie externa del cuerpo. El rotador puede estar retenido en una dirección longitudinal (axial) en el cuerpo. Por ejemplo, el cuerpo puede tener un rebaje circunferencial en el que se asiente el rotador.

La barra de control puede ser giratoria con respecto al cuerpo. Esto significa que todo el eje flexible, la barra de control y el cable coaxial giran con respecto al cuerpo al girar el rotador. Esto puede evitar la torsión de los componentes dentro del eje flexible. En un ejemplo, la porción proximal de la barra de control puede montarse en el rotador. Si el rotador está fijo axialmente con respecto al cuerpo, esta fijación significa que la barra de control girará con el rotador pero no se deslizará en relación con el cuerpo. La porción proximal puede incluir una extensión radial que atraviesa el eje flexible para conectarse al rotador.

La pieza de mano puede comprender un eje interno que aloja una porción proximal del eje flexible. El eje interno puede estar acoplado al rotador para girar con el mismo. El eje interno puede deslizarse axialmente a lo largo de una pista formada dentro del rotador.

El elemento de accionamiento puede comprender un eje montado para deslizarse en una dirección longitudinal (es decir, la dirección axial mencionada anteriormente) dentro del alojamiento. El elemento de accionamiento y el cuerpo pueden tener elementos de agarre, por ejemplo, anillos para los dedos o similares, para que un usuario lo sostenga mientras opera el dispositivo.

La pieza de mano puede comprender un puerto de entrada de energía en el elemento de accionamiento. El puerto de entrada de energía puede ser un conector QMA o similar. El puerto de entrada de energía se puede conectar para transferir la energía recibida en el mismo al cable coaxial. Por tanto, un extremo proximal del cable coaxial puede estar conectado al elemento de accionamiento para recibir energía desde el puerto de entrada de energía. El extremo proximal del cable coaxial se puede conectar al elemento de accionamiento a través de un acoplamiento giratorio para permitir el giro relativa entre los mismos.

El puerto de entrada de energía puede conectarse a un cable coaxial externo, por ejemplo, de un generador electroquirúrgico. Una dirección de conexión en el puerto de entrada de energía puede extenderse perpendicularmente a la dirección en la que el elemento de accionamiento puede deslizarse con respecto al cuerpo. Por ejemplo, el puerto de entrada de energía puede estar en la parte inferior del elemento de accionamiento.

En otro aspecto de la invención, se puede incorporar a la pieza de mano un filtro para bloquear frecuencias de energía no deseadas. El filtro puede estar ubicado en el elemento de accionamiento, para que se mueva con el cable coaxial. En un ejemplo, el filtro es un circuito de bloqueo de RF montado en el elemento de accionamiento entre el puerto de entrada de energía y el cable coaxial. Si el generador electroquirúrgico es capaz de suministrar tanto energía de RF como de microondas, pero el instrumento electroquirúrgico está diseñado solo para usar energía de microondas, el circuito de bloqueo de RF proporciona un mecanismo de seguridad para evitar un uso incorrecto. Este aspecto de la invención puede compartir cualquiera o más de las características descritas anteriormente.

La pieza de mano analizada anteriormente se puede usar en un aparato electroquirúrgico que comprende un generador electroquirúrgico para suministrar energía de microondas y un dispositivo de alcance quirúrgico que tiene un cordón de instrumento para su inserción en el cuerpo de un paciente, teniendo el cordón de instrumento un canal de instrumento que se extiende a través del mismo. La pieza de mano puede estar conectada para recibir la energía de microondas del generador electroquirúrgico. El eje flexible de la pieza de mano puede pasar a través del canal de instrumentos del dispositivo de alcance quirúrgico. Un instrumento de pinzas electroquirúrgico, por ejemplo, como el que se describe en el presente documento, puede conectarse en un extremo distal del eje flexible de la pieza de mano. El elemento de accionamiento de la pieza de mano (que también es el elemento de accionamiento del instrumento) está conectado para controlar la apertura y el cierre del instrumento de pinzas electroquirúrgico. El rotador funciona para controlar el giro del instrumento de pinzas electroquirúrgico en relación con el canal del instrumento.

La expresión "dispositivo de alcance quirúrgico" puede usarse en el presente documento para significar cualquier dispositivo quirúrgico provisto de un tubo de inserción que sea un conducto rígido o flexible (por ejemplo, orientable) que se introduzca en el cuerpo de un paciente durante un procedimiento invasivo. El tubo de inserción puede incluir el canal de instrumento y un canal óptico (por ejemplo, para transmitir luz para iluminar y/o capturar imágenes de un sitio de tratamiento en el extremo distal del tubo de inserción). El canal de instrumento puede tener un diámetro adecuado para recibir herramientas quirúrgicas invasivas. El diámetro del canal de instrumento puede ser de 5 mm o menos.

En el presente documento, el término "interno" significa radialmente más cerca del centro (por ejemplo, eje) del canal de instrumento y/o del cable coaxial. El término "externo" significa radialmente más alejado del centro (eje) del canal de instrumento y/o del cable coaxial.

En el presente documento, el término "conductor" se usa con el significado "conductor de la electricidad", a menos que el contexto indique otra cosa.

- 5 En el presente documento, los términos "proximal" y "distal" se refieren a los extremos de la sonda alargada. En uso, el extremo proximal está más cerca de un generador para proporcionar la energía de RF y/o de microondas, mientras que el extremo distal está más alejado del generador.

- 10 En la presente memoria descriptiva, "microondas" puede usarse 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 específicas que se han considerado son las siguientes: 915 MHz, 2,45 GHz, 3,3 GHz, 5,8 GHz, 10 GHz, 14,5 GHz y 24 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 de 10 kHz a 1 MHz, y lo más preferentemente de 400 kHz.

### 15 Breve descripción de los dibujos

Ahora se discutirán realizaciones de la presente invención, únicamente a modo de ejemplo, haciendo referencia a las Figuras adjuntas, en las que:

- 20 la Figura 1 es un diagrama esquemático de un sistema electroquirúrgico que es una realización de la invención; las Figuras 2a, 2b y 2c muestran vistas en perspectiva de la punta de un instrumento de pinzas electroquirúrgico que es una realización de la invención; las Figuras 3a, 3b muestran vistas en perspectiva de una punta del instrumento de un instrumento de pinzas electroquirúrgico que es otra realización de la invención; 25 la Figura 3c muestra una vista en perspectiva de una mordaza de la punta del instrumento de las Figuras 3a y 3b; las Figuras 4a-4c son diagramas esquemáticos que ilustran un mecanismo de seguridad que puede usarse para accionar una cuchilla deslizante de la punta del instrumento de las Figuras 3a y 3b; la Figura 5 muestra una vista en perspectiva de la punta de un instrumento de pinzas electroquirúrgico que es otra 30 realización de la invención; la Figura 6a muestra una vista en perspectiva de una pieza de mano de un aparato electroquirúrgico que es una realización de la invención; la Figura 6b muestra una vista en corte parcial de la pieza de mano de la Figura 6a, revelando partes de la estructura interna de la pieza de mano; 35 la Figura 7a es una vista desde arriba de una placa de circuito que se puede montar dentro de una pieza de mano de un aparato electroquirúrgico que es una realización de la invención; las Figuras 7b y 7c son vistas en perspectiva de la placa de circuito de la Figura 7a; la Figura 8A es una vista lateral esquemática de una estructura de suministro de energía que se puede utilizar en un instrumento de pinzas electroquirúrgico que es una realización de la invención e incluye un recuadro que 40 muestra una vista en sección transversal ampliada a través de una banda de electrodos de la estructura de suministro de energía; la Figura 8B es un gráfico que muestra la pérdida de retorno para la estructura de suministro de energía de la Figura 8A cuando está en el tejido y cuando está sumergida en solución salina; las Figuras 9A y 9B muestran vistas superior e inferior de una banda de electrodos de ejemplo adecuada para su 45 uso en la estructura de suministro de energía de la Figura 8A; y la Figura 9C es una vista en sección transversal ampliada a través de una línea de transmisión de tipo línea de banda utilizada en la banda de electrodos de las Figuras 9A y 9B.

### 50 Descripción detallada; opciones y preferencias adicionales

- La Figura 1 es un diagrama esquemático de un sistema electroquirúrgico 100 completo, que es una realización de la invención. El sistema está dispuesto para tratar tejido biológico (por ejemplo, un tumor, lesión o fibroma) usando energía de frecuencia de microondas desde la punta de un instrumento. El sistema 100 comprende un generador 102 para suministrar energía EM de microondas de forma controlable. En algunos casos, el generador 102 puede también 55 ser capaz de suministrar energía electromagnética (EM) de RF. Un generador adecuado para este fin se describe en el documento WO 2012/076844. El generador 102 está conectado a una pieza de mano 106 mediante un cable de interfaz 104. La pieza de mano 106 puede también estar conectada para recibir un suministro de fluido 107 desde un dispositivo 108 de suministro de fluido, tal como una jeringa, aunque esto no es imprescindible. Si fuera necesario, la pieza de mano 106 puede alojar un mecanismo de accionamiento del instrumento que se puede accionar por un 60 accionador 109, por ejemplo, un deslizador o émbolo operado con el pulgar. Por ejemplo, el mecanismo de accionamiento del instrumento se puede usar para operar las mordazas de un instrumento de pinzas como se describe en el presente documento. También se pueden incluir otros mecanismos en la pieza de mano. Por ejemplo, se puede proporcionar un mecanismo de movimiento de cuchilla y/o aguja (operable mediante un gatillo adecuado en la pieza de mano) para mover una cuchilla de corte o desplegar una aguja en el instrumento. Una función de la pieza de mano 65 106 es combinar las entradas del generador 102, del dispositivo de suministro de fluido 108 y del mecanismo de accionamiento del instrumento, junto con cualquier otra entrada que pueda ser necesaria, en un solo eje flexible 112,

que se extiende desde el extremo distal de la pieza de mano 106.

El eje flexible 112 se puede insertar a lo largo de todo un canal de instrumentos (de trabajo) de un dispositivo de exploración quirúrgica 114. El eje flexible 112 tiene una punta 118 del instrumento que está configurada para pasar por el canal instrumental del instrumento de exploración quirúrgica 114 y sobresalir (por ejemplo, dentro del paciente) en el extremo distal del tubo del endoscopio. La punta 118 del instrumento incluye un par de mordazas para sujetar tejido biológico y una estructura de suministro de energía dispuesta para emitir energía EM de microondas que se transmite desde el generador 102. Opcionalmente, la punta 118 del instrumento puede incluir también una cuchilla móvil para cortar tejido biológico y/o una aguja hipodérmica retráctil para administrar fluido transportado desde el dispositivo de suministro de fluido 108. Como se describe con mayor detalle a continuación, la pieza de mano 106 incluye un mecanismo de accionamiento para abrir y cerrar las mordazas de la punta 118 del instrumento. La pieza de mano 106 incluye también un mecanismo de giro para girar la punta 118 del instrumento en relación con el canal del instrumento del dispositivo de alcance quirúrgico 114.

La estructura de la punta 118 del instrumento puede disponerse para que tenga un diámetro externo máximo adecuado para pasar por el 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 vástago flexible 112 puede ser igual o superior a 1,2 m, por ejemplo, 2 m o mayor. En otros ejemplos, la punta 118 del instrumento puede montarse en el extremo distal del eje flexible 112 tras la inserción del eje por el canal de trabajo (y antes de introducir el cordón instrumental 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, se puede permitir que el conjunto 118 de extremo distal tenga 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 un paciente. Son posibles otras técnicas. Por ejemplo, el instrumento se puede insertar también utilizando un catéter.

#### *Estructura de la punta del instrumento*

La Figura 2a es un diagrama esquemático que muestra una vista en perspectiva de una punta 200 del instrumento de un instrumento de pinzas electroquirúrgico que es una realización de la invención. La punta 200 del instrumento incluye una primera mordaza 202 y una segunda mordaza 204, cada una de las que se monta de forma pivotante sobre un eje 206 de tal forma que pueden moverse entre sí para abrir y cerrar un espacio entre las mismas. Las mordazas pueden ser de metal, por ejemplo, acero inoxidable u otro material biocompatible. El eje 206 está montado en un soporte rígido 208 que sobresale de un extremo distal de un eje 210 del instrumento. El soporte 208 incluye una porción de montaje 212 que tiene forma para extenderse y cerrar un extremo distal del eje 210 del instrumento. El soporte 208 se puede asegurar al eje 210 del instrumento con un adhesivo o algún otro medio adecuado (por ejemplo, soldadura ultrasónica). De esta forma, cualquier par aplicado al eje 210 del instrumento puede transmitirse a la punta 200 del instrumento. El eje 210 del instrumento puede comprender un tubo hueco hecho de cualquier material adecuado, por ejemplo, de PTFE.

La primera mordaza 202 incluye una porción de agarre 214 para sujetar tejido biológico y una porción de accionamiento 216 para girar la mordaza 202 alrededor del eje 206. La porción de agarre 214 y la porción de accionamiento 216 están ubicadas en extremos opuestos de la mordaza 202, a ambos lados del eje 206. La porción de agarre 214 está ubicada en un extremo distal de la punta 200 del instrumento, mientras que la porción de accionamiento 216 está ubicada más cerca del eje 210 del instrumento. De forma similar, la segunda mordaza 204 incluye una porción de agarre 218 y una porción de accionamiento 220 ubicadas a ambos lados del eje 206. Las porciones de agarre 214 y 218 pueden incluir cada una bordes dentados, para facilitar el agarre del tejido biológico. Las mordazas 202 y 204 están montadas de forma pivotante en el eje 206 de tal forma que se puede variar el espacio entre las porciones de agarre 214 y 218 de las mordazas (es decir, el espacio se puede abrir y cerrar). Durante el uso, esto permite sujetar tejido biológico entre las porciones de agarre 214, 218 de las mordazas 202, 204.

Un primer cable de control 222 está conectado a la porción de accionamiento 216 de la primera mordaza 202, y un segundo cable de control 224 está conectado a la porción de accionamiento 220 de la segunda mordaza 204. El primer y segundo cables de control 222, 224 pasan a través del soporte 208 hacia el eje 210 del instrumento y recorren toda la longitud del eje 210 del instrumento. El primer y segundo cables de control 222, 224 están conectados en un extremo proximal del instrumento electroquirúrgico a una pieza de mano (descrito con más detalle a continuación), que se puede usar para mover los cables de control hacia delante y hacia atrás a lo largo del eje 210 del instrumento. Los cables de control 222, 224 pueden pasar a través del soporte 208 a través de orificios en la porción de montaje 212 del soporte 208. Para evitar que entren fluidos en el eje 210 del instrumento a través de los orificios en la porción de montaje 212, Dentro de los orificios se pueden colocar tubos hechos de un material adecuado (por ejemplo, poliimida) que están dispuestos para formar un sello hermético alrededor de los cables de control. Dichos tubos pueden servir también para evitar que el pegamento (por ejemplo, el que se usa durante la fabricación para pegar el soporte 208 al eje 210 del instrumento) gotee accidentalmente sobre los cables de control 222, 224 y provoque que se peguen.

En el ejemplo mostrado, cada una de las porciones de agarre 216, 220 incluye un orificio para recibir el primer y segundo cables de control 222, 224 respectivamente. Cada uno del primer y segundo cables de control 222, 224

incluye un gancho en sus extremos distales para acoplar mecánicamente el orificio en las porciones de accionamiento 216 y 220 respectivamente. También son posibles otras formas de asegurar los cables de control 222, 224 a las porciones de agarre 216, 220. Por ejemplo, los cables de control pueden estar pegados, soldados o unidos por soldadura fuerte a las porciones de agarre.

5 El movimiento longitudinal del primer y segundo cables de control 222, 224 a lo largo del eje 210 del instrumento hace que las mordazas 202, 204 pivoten alrededor del eje 206, variando el espacio entre las porciones de agarre 214, 218 de las mordazas. Por ejemplo, si el primer y segundo cables de control 222, 224 se empujan a lo largo del eje 210 del instrumento (es decir, se empujan hacia la punta 200 del instrumento), las mordazas 202, 204 pivotan de tal forma que  
10 sus porciones de agarre 214, 218 se alejan entre sí, abriendo así un espacio entre las porciones de agarre 214, 218. Por el contrario, si el primer y segundo cables de control 222, 224 se tiran a lo largo del eje 210 del instrumento (es decir, se retraen lejos de la punta 200 del instrumento), las mordazas 202, 204 pivotan de tal forma que sus porciones de agarre 214, 218 se mueven una hacia la otra, cerrando así el espacio entre las mismas.

15 El primer y segundo cables de control 222, 224 pueden moverse juntos a lo largo del eje 210 del instrumento, o pueden moverse independientemente uno del otro. Mover los cables de control juntos puede hacer que las mordazas se muevan simétricamente con respecto a un eje longitudinal del eje 210 del instrumento. Esto puede facilitar el agarre de tejido biológico entre las mordazas. En otros ejemplos, una de las mordazas puede estar fija con respecto al soporte 208 (es decir, no pivota con respecto a un eje) y solo una de las mordazas puede estar montada de forma pivotante sobre un eje. En un ejemplo de este tipo, puede haber solo un único cable de control que esté conectado a la mordaza montada de forma pivotante.

20 La Figura 2b es un diagrama esquemático que muestra una vista en perspectiva diferente de la punta 200 del instrumento. Donde las características ya se han descrito anteriormente en referencia a la Figura 2a, se han utilizado números de referencia idénticos.

Una línea de transmisión coaxial 226 pasa a través del eje 210 del instrumento. La línea de transmisión coaxial 226 sirve para transmitir energía electromagnética (EM y/o EM de microondas) de radiofrecuencia (RF) desde un generador (por ejemplo, el generador 102) hasta la punta 200 del instrumento. La línea de transmisión coaxial 226 puede ser un  
30 cable coaxial flexible convencional e incluye un conductor interno separado de un conductor externo por un material dieléctrico. La línea de transmisión coaxial 226 puede incluir también una capa dieléctrica externa protectora. La línea de transmisión coaxial 226 termina en un conector 228 ubicado (por ejemplo, asegurado o fijado) dentro del eje 210 del instrumento. El primer y segundo cables de control 222, 224 discurren a lo largo de la línea de transmisión coaxial 226 dentro del eje 210 del instrumento y se extienden a través de aberturas en el conector 228 para que puedan  
35 conectarse a las mordazas 202, 204 en la forma descrita anteriormente.

Un primer sustrato de microondas flexible 230 y un segundo sustrato de microondas flexible 232 están asegurados al conector 228, por ejemplo, utilizando un adhesivo. En el ejemplo mostrado, el conector 228 incluye un par de salientes que se extienden longitudinalmente a los que se fijan los sustratos de microondas flexibles. Los sustratos de  
40 microondas flexibles 230, 232 (que pueden denominarse también tiras de electrodos) pueden hacerse de cualquier material dieléctrico flexible adecuado. Por ejemplo, los sustratos de microondas flexibles 230, 232 podrían ser el sustrato de microondas RFLex de Rogers Corporation.

El primer sustrato de microondas flexible 230 se extiende desde el conector 228 y pasa a través de una abertura en la porción de montaje 212 del soporte 208. Una porción distal del primer sustrato de microondas flexible 230 está asegurada a una superficie interna 234 de la primera mordaza 202. De forma similar, el segundo sustrato de microondas flexible 232 se extiende desde el conector 228, pasa a través de una abertura en la porción de montaje 212 del escalón 208 y se asegura en una porción distal a una superficie interna 236 de la segunda mordaza 204. Tenga en cuenta que con fines ilustrativos, el primer y segundo sustratos de microondas flexibles 230, 232 no se muestran asegurados a las superficies internas de las mordazas 202, 204; los mismos se muestran en un estado antes de que se fijen a las superficies internas de las mordazas 202, 204. Los sustratos de microondas flexibles pueden fijarse a las superficies internas de las mordazas 202, 204 utilizando cualquier método de unión o fijación adecuado. Por ejemplo, pueden estar unidos por un adhesivo. Como alternativa, los sustratos de microondas flexibles pueden fijarse a su superficie interna respectiva usando soldadura. La Figura 2b muestra un parche de soldadura 238 aplicado  
55 al lado subyacente del segundo sustrato de microondas flexible 232. Se aplica fundente de soldadura (no mostrado) a la superficie interna 236 de la mordaza 204. El segundo sustrato de microondas flexible 232 puede después unirse a la superficie interna 236 presionando el segundo sustrato de microondas flexible 232 sobre la superficie interna 236 y calentando la mordaza 204 (por ejemplo, con la punta de un soldador), lo que hace que la soldadura fluya y se distribuya uniformemente entre el segundo sustrato de microondas flexible 232 y la superficie interna 236. Tenga en cuenta que con fines ilustrativos, los sustratos de microondas flexibles 230, 232 no se representan en la Figura 2a.

Se forma una estructura del emisor de microondas en la porción distal de cada uno de los sustratos de microondas flexibles 230, 232. La Figura 2b muestra, por ejemplo, la estructura 240 del emisor de microondas en la porción distal del sustrato de microondas flexible 230. Cada estructura del emisor de microondas está conectada para recibir energía  
65 electromagnética de microondas desde la línea de transmisión coaxial a través de trayectorias conductivas sobre los sustratos de microondas flexibles. Cada estructura del emisor de microondas puede configurarse para emitir energía



EM de microondas al tejido biológico sujetado entre las mordazas 202, 204. Por ejemplo, una o ambas estructuras del emisor de microondas pueden ser una antena de microbandas coplanares que tiene una banda activa y una banda de tierra. En un caso de este tipo, el sustrato de microondas flexible puede incluir dos trayectorias conductoras: una primera trayectoria conductiva que conecta el conductor interno de la línea de transmisión coaxial 226 a la banda activa y una segunda trayectoria conductiva que conecta el conductor externo de la línea de transmisión coaxial 226 a la banda de tierra. También son posibles otros tipos de estructura del emisor de microondas.

En algunos casos, la punta 200 del instrumento puede incluir una única estructura del emisor de microondas que se divide entre las dos mordazas 202, 204. Por ejemplo, una banda activa que está conectada al conductor interno de la línea de transmisión coaxial 226 puede formarse en la porción distal del primer sustrato de microondas flexible 230, mientras que una banda de tierra conectada al conductor externo de la línea de transmisión coaxial 226 puede formarse en la porción distal del segundo sustrato de microondas flexible 232. En otros ejemplos, la punta 200 del instrumento puede incluir una única estructura del emisor de microondas formada en una única mordaza. En un caso de este tipo, puede que solo sea necesario proporcionar un único sustrato de microondas flexible.

La estructura del emisor de microondas y las trayectorias conductoras sobre un sustrato de microondas flexible pueden estar formadas por un material conductor que se deposita sobre el sustrato de microondas flexible. Por ejemplo, la estructura del emisor y las trayectorias conductoras pueden estar formadas por un metal que se imprime sobre el sustrato de microondas flexible. Por lo tanto, los sustratos de microondas flexibles sirven tanto para proporcionar un soporte para las estructuras del emisor de microondas como para conectar las estructuras del emisor de microondas a la línea de transmisión coaxial 226.

Como los sustratos de microondas flexibles son flexibles, se doblan cuando las mordazas 202, 204 se abren y se cierran, permitiendo así el movimiento de las mordazas mientras se mantiene la conexión entre las estructuras del emisor de microondas y la línea de transmisión coaxial 226. La flexión de los sustratos de microondas flexibles 230, 232 puede tener lugar principalmente cerca de las porciones distales de los sustratos de microondas flexibles, que están asegurados a las mordazas 202, 204. Esto evita ejercer grandes esfuerzos mecánicos sobre las conexiones entre el conector 228 y los sustratos de microondas flexibles 230, 232. Esto asegura que se mantenga la conexión eléctrica entre las estructuras del emisor de microondas y el cable de transmisión coaxial, incluso después de repetidas aperturas y cierres de las mordazas 202, 204. Así mismo, las aberturas en la porción de montaje 212 del soporte 208 a través de las que pasan los sustratos de microondas flexibles 230, 232 pueden disponerse para restringir el movimiento de los sustratos de microondas flexibles 230, 232 en relación con el eje del instrumento, para reducir las tensiones mecánicas experimentadas en el conector 228 debido a la flexión de los sustratos de microondas flexibles 230, 232.

Por lo tanto, la punta 200 del instrumento puede usarse para sellar tejido biológico (por ejemplo, un vaso sanguíneo) sostenido entre las mordazas 202, 204, aplicando energía EM de microondas al tejido biológico con la estructura del emisor de microondas.

La Figura 2c es un diagrama esquemático que muestra una vista en perspectiva de la punta 200 del instrumento, junto con una longitud del eje 210 del instrumento. Donde las características ya se han descrito anteriormente con referencia a las Figuras 2a y 2b, se han utilizado números de referencia idénticos.

Como se muestra en la Figura 2c, el primer y segundo cables de control 222, 224 están conectados a un solo cable de control principal 242 en parte a lo largo del eje 210 del instrumento. El primer y segundo cables de control 222, 224 pueden, por ejemplo, estar pegados, soldados o unidos por soldadura fuerte al cable de control principal 242. De esta forma, un movimiento longitudinal del control principal 242 a lo largo del eje 210 del instrumento puede transmitirse al primer y segundo cables de control 222, 224, haciendo que las mordazas 202, 204 se muevan. El cable de control principal 242 discurre a lo largo del eje 210 del instrumento entre el primer y segundo cables de control 222, 224 y la pieza de mano (descrito con más detalle a continuación). El primer y segundo cables de control 222, 224 están conectados al cable de control principal 242 cerca del extremo distal del eje 210 del instrumento, de tal forma que solo un único cable de control (es decir, el cable de control principal 242) discurre a lo largo de la mayor parte de la longitud del eje 210 del instrumento. Esto puede simplificar la construcción del instrumento electroquirúrgico.

En parte a lo largo del eje 210 del instrumento, la línea de transmisión coaxial 226 y el cable de control principal 242 entran en un portacables 244 que tiene un primer paso en el que está contenida una porción de la línea de transmisión coaxial 226 y un segundo paso en el que está contenida una porción del cable de control principal 242. El portacables 244 sirve para fijar las posiciones laterales de la línea de transmisión coaxial 226 y el cable de control principal 242 entre sí, mientras se permite que el cable de control principal 242 se mueva longitudinalmente a lo largo del eje 210 del instrumento. Por lo tanto, el portacables 244 evita que la línea de transmisión coaxial 226 y el cable de control principal 242 se enreden o se tuerzan dentro del eje 210 del instrumento, lo que podría afectar la precisión con la que se puede controlar la apertura y el cierre de las mordazas. En los casos donde se utilicen otros cables (por ejemplo, un cable de control de cuchillas) o conductos (por ejemplo, un conducto de fluido), el portacables 244 puede incluir también pasos adicionales para sostener los cables y/o conductos adicionales. El portacables puede estar hecho de plástico, por ejemplo, puede ser una extrusión hecha de polietileno éter cetona (PEEK).

El portacables 244 puede estar contenido dentro de un tubo 246 (por ejemplo, un tubo PEEK). El tubo 246 puede tener una división 248 a lo largo de su longitud, para facilitar la inserción del portacables en el tubo 246. El tubo 246 puede actuar como relleno entre el portacables 244 y una superficie interna del eje 210 del instrumento, para evitar que el portacables 244 se mueva dentro del eje 210 del instrumento. Esto puede ayudar a evitar retrasos al empujar o tirar del cable de control principal 242 para mover las mordazas 202, 204.

Los extremos distales del portacables 244 y del tubo 246 están separados de la punta 200 del instrumento por una distancia predeterminada. Por lo tanto, el eje 210 del instrumento incluye una porción distal 250 entre la punta 200 del instrumento y los extremos distales del portacables y el tubo 246 donde no hay portacables 244 o tubo 246. El portacables 244 y el tubo 246 pueden extenderse a lo largo del eje 210 del instrumento la mayor parte o la totalidad de la longitud entre sus extremos distales y la pieza de mano. Por lo tanto, la porción distal 250 del eje 210 del instrumento puede tener una mayor flexibilidad en comparación con el resto del eje 210 del instrumento. Esto puede mejorar la maniobrabilidad del eje 210 del instrumento, ya que puede permitir que la porción distal 250 se guíe a través de pasos que se doblan estrechamente. La falta de un portacables 244 y un tubo 246 en la porción distal 250 sirve también para proporcionar espacio para la conexión entre el primer y segundo cables de control 222, 224 y el cable de control principal 242. En algunas realizaciones, la longitud de la porción distal 250 del eje 210 del instrumento puede ser de 150 mm.

Las Figuras 3a y 3b muestran vistas en perspectiva de otra punta 300 del instrumento de un instrumento electroquirúrgico de acuerdo con la invención. La punta 300 del instrumento incluye una primera mordaza 302 y una segunda mordaza 304 montadas de forma pivotante sobre un eje 305. La primera y segunda mordazas 302, 304 incluyen porciones de agarre 306, 308 respectivamente para sujetar tejido biológico entre las mismas. De forma similar a la punta 200 del instrumento descrita anteriormente, las mordazas 302, 304 incluyen también porciones de accionamiento a las que se fijan los cables de control (no mostrados), para abrir y cerrar las mordazas.

La primera mordaza 302 incluye una cuchilla 306 que se puede mover a lo largo de una ranura que se extiende longitudinalmente 308 en la mordaza 302. La cuchilla se puede mover hacia delante y hacia atrás a lo largo de la ranura 308 por medio de un cable de control (no mostrado) unido a la cuchilla 306 y que atraviesa el eje del instrumento hasta la pieza de mano. La primera mordaza 302 incluye además una cubierta 310 en su extremo distal, en la que se puede retraer la cuchilla 306 para que no quede expuesta. Por tanto, cuando la cuchilla 306 no está en uso, puede retraerse dentro de la cubierta 310 para evitar cortar involuntariamente cualquier tejido. La cuchilla 306 se puede desviar hacia una posición retraída donde queda oculta por la cubierta 310.

La segunda mordaza 304 incluye una estructura 312 del emisor de microondas depositada sobre un sustrato de microondas flexible 314 de forma similar a la descrita anteriormente en relación con la punta 200 del instrumento. La estructura 312 del emisor de microondas puede estar dispuesta para emitir energía EM de microondas en el tejido sujetado entre las mordazas 302, 304. La segunda mordaza 304 incluye además una ranura 316 para recibir la cuchilla 306. La ranura 316 atraviesa parte de la estructura 312 del emisor de microondas y del sustrato de microondas flexible 314, de tal forma que el electrodo activo 315 se divide en dos puntas, como se ilustra en la Figura 3c que muestra un diagrama esquemático de la segunda mordaza 304. La ranura 316 en la segunda mordaza 304 está alineada con la ranura 308 en la primera mordaza, de tal forma que cuando las mordazas se juntan, la cuchilla 306 puede recibirse en la ranura 316 de la segunda mordaza 304 y moverse hacia delante y hacia atrás a lo largo de la ranura 316. Ambas ranuras 308 y 316 están orientadas en la dirección longitudinal (es decir, a lo largo de un eje del instrumento). La cuchilla 306 incluye un borde cortante 318 orientado hacia dentro, hacia el eje 305. De esta forma, el tejido biológico sostenido entre las mordazas 302, 304 se puede cortar tirando de la cuchilla a lo largo de la ranura 308 hacia el eje 305. La longitud máxima de corte que se puede lograr con la punta 300 del instrumento está determinada por la longitud de las mordazas 302, 304 y de las ranuras 308 y 316, ya que estas determinan el intervalo de movimiento de la cuchilla 306. Las ranuras más largas 308, 316 pueden permitir que se realicen cortes más largos.

A continuación se describirá un ejemplo de uso de la punta 300 del instrumento. En primer lugar, la cuchilla 306 se coloca en la posición retraída (más distante) para que quede oculta por la cubierta 310. A continuación, las mordazas 302, 304 se abren utilizando los cables de control. A continuación, el tejido biológico que se va a cortar se coloca entre las mordazas 302, 304 y las mordazas se cierran de forma que el tejido biológico quede sujetado entre las mismas. A continuación, usando la estructura 312 del emisor de microondas, la energía EM de microondas se aplica al tejido biológico para cauterizar el tejido biológico. Después de esto, la cuchilla 306 se puede tirar a lo largo de la ranura 308 hacia el eje 305 para cortar el tejido biológico sostenido entre las mordazas 302, 304. Como el tejido biológico fue cauterizado antes de ser cortado, se puede evitar el sangrado.

Las Figuras 4a, 4b y 4c son diagramas esquemáticos que ilustran un mecanismo de seguridad 400 que puede usarse para mover la cuchilla 306 a lo largo de la ranura 308 en la punta 300 del instrumento. El mecanismo 400 asegura que siempre haya una fuerza de empuje aplicada a la cuchilla 306, de tal forma que esté desviada hacia la posición retraída, donde queda oculta por la cubierta 310. El mecanismo de seguridad 400 puede estar ubicado dentro del eje del instrumento, cerca de un extremo distal del eje del instrumento donde se conecta la punta del instrumento. Con fines ilustrativos, el eje del instrumento no está representado en las Figuras 4a, 4b y 4c.

Las Figuras 4a, 4b y 4c muestran la línea de transmisión coaxial 402 del instrumento electroquirúrgico, para transportar

energía electromagnética de microondas a la punta del instrumento. También se muestran el primer y segundo cables de control 404 y 406 para abrir y cerrar las mordazas de la punta del instrumento, como se ha expuesto anteriormente. Un tercer cable de control 408 atraviesa el eje del instrumento para mover la cuchilla 306 hacia delante y hacia atrás a lo largo de la ranura 308. Mover el tercer cable de control 408 longitudinalmente a lo largo del eje del instrumento hace que la cuchilla 306 se mueva a lo largo de la ranura 308. El mecanismo de seguridad 400 incluye un anillo proximal 410 y un anillo distal 412 separados por un resorte helicoidal 414. La línea de transmisión coaxial 402 pasa a través de los anillos proximal y distal 410, 412 y el resorte helicoidal 414. El anillo distal 412 está ubicado más cerca de la punta del instrumento que el anillo proximal 410. Ambos anillos proximal y distal 410, 412 tienen tres ranuras: una para recibir el primer cable de control 404, una para recibir el segundo cable de control 406 y otra para recibir el tercer cable de control 408. Las Figuras 4b y 4c muestran vistas ampliadas de los anillos proximal y distal 410, 412, respectivamente.

El primer y segundo cables de control 404, 406 están asegurados al anillo proximal 410 de tal forma que están fijos con respecto al anillo proximal 410 (es decir, no se pueden deslizar en sus respectivas ranuras con respecto al anillo proximal). Por ejemplo, el primer y segundo cables de control 404, 406 pueden pegarse o soldarse al anillo proximal 410. Sin embargo, el primer y segundo cables de control 404, 406 no están fijos en relación con el anillo distal 412, de tal forma que pueden deslizarse en sus ranuras con respecto al anillo distal 412. Por el contrario, el tercer cable de control 408 no está fijo en relación con el anillo proximal 410, de tal forma que puede deslizarse en su ranura con respecto al anillo proximal 410. Sin embargo, el tercer cable de control 408 está fijo en relación con el anillo distal 412, de tal forma que no puede deslizarse en su ranura con respecto al anillo distal. Los anillos proximal y distal 410, 412 no están fijos con respecto a la línea de transmisión coaxial 402 y pueden deslizarse con respecto a la línea de transmisión coaxial 402.

El mecanismo de seguridad 400 puede disponerse de tal forma que el resorte 414 proporcione una fuerza de empuje que obligue al anillo proximal 410 y al anillo distal 412 a separarse. El recorrido longitudinal del anillo proximal 410 en la dirección proximal está limitado por las mordazas. Cuando las mordazas están cerradas, el anillo proximal 410 no puede retroceder más a lo largo del eje porque está fijado al primer y segundo cables de control 404, 406. Sin fuerza externa en el tercer cable de control 408, la separación del anillo proximal 410 y del anillo distal 412 determinada por el resorte puede ser tal que la cuchilla esté todavía retenida en la cubierta cuando el anillo proximal 410 está en esta posición. Después, la cuchilla se puede mover aplicando una fuerza al tercer cable de control 408 que comprime el resorte para permitir que el anillo distal 412 se acerque al anillo proximal 410.

De forma similar, el recorrido longitudinal del anillo distal 412 en la dirección distal puede estar limitado por la cubierta, lo que presenta un bloqueo físico al movimiento distal de la cuchilla. Cuando la cuchilla está retenida en la cubierta, el anillo distal 412 no puede avanzar más a lo largo del eje porque está fijado al tercer cable de control 408. Las mordazas pueden todavía abrirse en este escenario aplicando una fuerza al primer y segundo cables de control 404, 406 que comprime el resorte para permitir que el anillo proximal 410 se acerque al anillo distal 412.

Cabe señalar que se pueden utilizar mecanismos de seguridad alternativos para desviar la posición de la cuchilla y/o las mordazas. Por ejemplo, en el caso de un mecanismo de seguridad que solo desvía la posición de la cuchilla 306, el anillo proximal 410 se puede fijar en relación con la línea de transmisión coaxial 402, y el primer y segundo cables de control 404, 406 se pueden deslizar en relación con el anillo proximal 410. El anillo distal 412 se puede configurar como se ha descrito anteriormente para el mecanismo de seguridad 400. A continuación, la compresión del resorte 414 actúa como se ha descrito anteriormente para desviar la cuchilla 306 hacia la posición retraída, pero ejerce alguna fuerza sobre el primer y segundo cables de control 404, 406 para desviar la posición de las mordazas 302, 304.

La punta del instrumento del instrumento electroquirúrgico de la invención puede configurarse para realizar funciones además del sellado de vasos. Por ejemplo, la punta del instrumento puede tener un elemento disector de radiofrecuencia (RF) auxiliar montado en una punta distal del mismo. La Figura 5 muestra un ejemplo de una punta 500 del instrumento de acuerdo con la invención, que tiene un par de mordazas 502, 504 y un elemento disector por RF 506 montado en un extremo distal de la mordaza 502. El elemento disector por RF 506 es una estructura bipolar que comprende un electrodo activo montado en un tubo de cerámica 508 y un electrodo de retorno, que puede fabricarse o integrarse con la mordaza 502 en la proximidad del tubo de cerámica 508. Se proporciona una ranura en la superficie superior de la mordaza 502 para recibir el tubo de cerámica 508. El elemento disector 506 está conectado a un cable de transmisión de RF 510 que atraviesa el eje del instrumento 512 y que está dispuesto para transportar energía EM de RF desde un generador de energía EM de RF ubicado en un extremo proximal del instrumento electroquirúrgico. Por ejemplo, el cable de transmisión de RF 510 puede ser un cable de cobre contenido en una camisa de PTFE.

El elemento disector por RF 506 se puede utilizar para cortes finos de tejido sin sangre y disección de tejido. En la disposición mostrada en la Figura 5, el elemento disector por RF 506 presenta un borde de ataque que se asienta sobre el extremo distal de la mordaza 502. Esta posición puede permitir que se realice una disección tanto lateral como frontal. En escenarios de tratamiento de campo seco (es decir, en ausencia de solución salina u otro fluido eléctricamente conductor) es deseable que el electrodo de retorno esté muy cerca del electrodo activo que está en el elemento disector por RF 506. La relación de las áreas de electrodos en contacto con el tejido expuesto es importante también para asegurar que el flujo de corriente se produzca en la forma deseada de forma que haga que se produzca

la máxima densidad de corriente en el borde de ataque del elemento disector por RF 506.

Aunque el elemento disector por RF 506 se muestra en el extremo distal de la mordaza 502 en la Figura 5, se puede montar en varias orientaciones o ubicaciones en el conjunto del extremo distal, por ejemplo, verticalmente, horizontalmente, en un ángulo, en un lado y en cada mordaza.

#### *Estructura de la pieza de mano*

La Figura 6a es una ilustración de una pieza de mano 600 que puede usarse como parte de un aparato electroquirúrgico que es una realización de la invención. La pieza de mano 600 incluye un cuerpo 602 y una porción de accionamiento 604. El cuerpo 602 incluye un cilindro hueco 606 en el que un eje 608 de la porción de accionamiento 604 se acopla de forma deslizante. El cuerpo 602 incluye también un rotador 610 que está conectado de forma giratoria al cilindro 606. La porción de accionamiento 604 está conectada a un eje interno 628 que se extiende a través del cilindro 606 y el rotador 610, y que sobresale de un extremo distal del rotador 610. El eje interno 628 se mueve longitudinalmente con el eje 608, pero es giratorio en relación con el mismo. Un eje 612 del instrumento sale de la pieza de mano 600 desde un extremo distal del eje interno 628. Por ejemplo, el eje 612 del instrumento puede ser el eje 210 del instrumento descrito anteriormente, que está conectado a una punta del instrumento en su extremo distal. El eje 612 del instrumento está conectado para girar con el eje interno 628.

La porción de accionamiento 604 puede deslizarse en una dirección longitudinal con respecto al cuerpo 602 a lo largo de su eje 608 entre dos posiciones: una posición cerrada donde una longitud del eje 608 está contenida dentro del cilindro 606, y una posición abierta donde la longitud del eje 608 está fuera del cilindro 606. La Figura 6a muestra la pieza de mano 600 con la porción de accionamiento 604 en la posición abierta. El intervalo total de movimiento de la porción de accionamiento 604 con respecto al cuerpo 602 puede ser de aproximadamente 35 mm. La dirección de movimiento longitudinal de la porción de accionamiento 604 con respecto al cuerpo 602 está alineada con un eje longitudinal del eje 612 del instrumento cuando sale del eje interno 628. El eje 608 puede incluir una o más ranuras 614 que se acoplan con protuberancias (no mostradas) dentro del cilindro 606, para evitar que la porción de accionamiento 604 gire con respecto al cuerpo 602. El cuerpo 602 incluye un par de anillos para los dedos 614, 616 y la porción de accionamiento 604 incluye un anillo para el pulgar 618, que pueden usarse para facilitar el agarre de un usuario cuando mueve la porción de accionamiento 604 con respecto al cuerpo 602. La porción de accionamiento incluye además un conector de entrada 620 para conectar un cable de interfaz (por ejemplo, el cable de interfaz 104) que conecta la pieza de mano 600 a un generador (por ejemplo, el generador 102). El conector de entrada 620 puede ser, por ejemplo, un conector QMA o cualquier otro conector adecuado para interactuar con el generador.

La Figura 6b es una ilustración en corte de la pieza de mano 600, donde ciertas partes no se muestran para revelar la estructura interna de la pieza de mano. Donde las características ya se han descrito anteriormente en referencia a la Figura 6a, se han utilizado números de referencia idénticos.

El conector de entrada 620 está conectado eléctricamente a una placa de circuito 622 contenida dentro del eje 608 de la porción de accionamiento 604. El conector de entrada 620 forma un ángulo sustancialmente recto con la placa de circuito 622, de tal forma que esté orientado a lo largo de una dirección que es sustancialmente perpendicular a la dirección de movimiento relativo entre la porción de accionamiento y el cuerpo 602. De esta forma, un cable que está conectado al conector de entrada 620 no puede estorbar al usuario. Un conector de salida 624 está unido a un borde de la placa de circuito 622. La placa de circuito 622 contiene un circuito que está configurado para bloquear la entrada de energía EM de RF en el conector de entrada 620 y transmitir cualquier entrada de energía EM de microondas en el conector 620 al conector de salida 624. El conector de salida 624 está conectado eléctricamente a una línea de transmisión coaxial 626 a través de un conector de acoplamiento 627 en la línea de transmisión coaxial 626. La línea de transmisión coaxial 626 atraviesa la pieza de mano 600 y entra en el eje 612 del instrumento en el extremo distal de la pieza de mano 600. La línea de transmisión coaxial 626 puede corresponder, por ejemplo, a la línea coaxial 226 descrita anteriormente, que sirve para transmitir energía electromagnética de microondas a la punta del instrumento. Por lo tanto, la placa de circuito 622 proporciona un mecanismo de seguridad que evita que la energía EM de RF se transmita involuntariamente a la línea de transmisión coaxial 626. La placa de circuito 622 se describe con más detalle a continuación.

La conexión eléctrica entre el conector de salida 624 y la línea de transmisión coaxial 626 es giratoria, es decir, permite que la línea de transmisión coaxial gire sobre su eje en relación con el conector de salida 624. Los conectores adecuados que permiten conexiones eléctricas giratorias incluyen conectores QMA, conectores micro coaxiales (MCX) y conectores micro coaxiales en miniatura (MMCX).

Como se muestra en la Figura 6b, el eje interno 628 se extiende a través del cilindro 606 y el rotador 610 del cuerpo 602 y se puede deslizar longitudinalmente con respecto al mismo. Un extremo distal del eje interno 628 sobresale del rotador 610. La longitud de la parte sobresaliente depende de la posición del eje 608 de la porción de accionamiento 604. El eje interno 628 está conectado en un extremo proximal al eje 608 de la porción de accionamiento 604, por medio de un rebaje circunferencial 630 alrededor de una superficie externa del eje interno 628 que se acopla mediante una protuberancia radial 632 en una superficie interna del eje 608. La conexión entre el eje 608 y el eje interno 628 evita que el eje interno 628 se mueva longitudinalmente con respecto al eje 608, pero permite que el eje interno 628

gire sobre su eje en relación con el eje 608. Por lo tanto, el eje interno 628 puede moverse longitudinalmente hacia atrás y hacia adelante en relación con el cuerpo 602 moviendo la porción de accionamiento 604 en relación con el cuerpo 602.

- 5 El eje interno 628 puede incluir una porción proximal 631 que tiene una cavidad para sujetar el conector 627 de la línea de transmisión coaxial 626 en posición para garantizar que permanezca conectado de forma segura al conector de salida 624 en la placa de circuito 622. Adicionalmente, el conector 627 en la línea de transmisión coaxial 626 puede incluir una protuberancia 633 que está configurada para encajar en una ranura en la porción proximal 630 del eje interno 628, para evitar que el conector 627 se mueva con respecto al eje interno 628. Por ejemplo, la protuberancia 633 puede ser una tuerca que forma parte o está unida (por ejemplo, mediante soldadura) al conector 627. La protuberancia 627 puede configurarse también para bloquear en giro el conector 627 con respecto al eje interno 628, de tal forma que el giro del eje interno 628 hace que el conector 627 gire.

- 15 La línea de transmisión coaxial 626 pasa a través del eje interno 628 donde, en un extremo distal del mismo, entra en el eje 612 del instrumento. Una longitud del eje 612 del instrumento está contenida dentro de una porción distal 634 del eje interno 628, donde se fija al eje interno 628. De esta forma, tanto el movimiento longitudinal como el giratorio del eje interno 628 pueden transmitirse al eje 612 del instrumento. Por ejemplo, el eje 612 del instrumento se puede pegar usando epoxi a la porción distal 634 del eje interno 628. La adherencia entre el eje 612 del instrumento y el eje interno 628 puede mejorarse raspando la superficie del eje 612 del instrumento antes de aplicar el epoxi. En algunos casos, la longitud del eje 612 del instrumento contenido en la porción distal 634 puede ser de aproximadamente 22 mm, para asegurar una buena adherencia.

- 25 El rotador 610 está conectado al cilindro 606 de tal forma que puede girar con respecto al cilindro alrededor de un eje longitudinal de la pieza de mano 600. En el ejemplo mostrado, el rotador 610 tiene una porción proximal 642 con un canal rebajado circunferencial 644 que recibe una protuberancia 646 que se extiende radialmente hacia dentro en el cilindro 606.

- 30 El eje interno 628 pasa a través del rotador 610 y se acopla con el rotador 610 de tal forma que se puede deslizar en relación con el rotador 610 a lo largo de su longitud, pero no puede girar con respecto al rotador 610 (es decir, el rotador 610 y el eje interno 628 están bloqueados en giro entre sí). Esto puede lograrse mediante cualquier tipo de acoplamiento mutuo que transfiera el movimiento de giro. Por ejemplo, puede haber uno o más elementos de acoplamiento cooperantes orientados longitudinalmente (por ejemplo, ranuras y dientes) formados en una superficie externa del eje interno 628 y una superficie interna del rotador 610. Los elementos de acoplamiento pueden acoplarse respectivamente entre sí para hacer que el eje interno 628 gire cuando el rotador 610 gira sobre el cilindro 606. Esto a su vez hace que el eje 612 del instrumento, que se fija al eje interno 628, gire de tal forma que también se pueda hacer que gire una punta del instrumento conectada en un extremo distal del eje 612 del instrumento. Sin embargo, como el eje interno 628 no está acoplado en giro a la porción de accionamiento 604, la porción de accionamiento 604 no gira por el giro del rotador 610. El eje de giro del rotador 610 con respecto al cilindro 606 puede estar alineado con un eje longitudinal del eje interno 628, de tal forma que el giro del rotador 610 provoque el giro del eje interno 628 alrededor de su eje longitudinal.

- 45 Una longitud de un cable de control principal 636 está contenida dentro del eje interno 628 y sale de la pieza de mano a través del eje 612 del instrumento. El cable de control principal 636 puede usarse para abrir y cerrar mordazas en una punta del instrumento conectada en un extremo distal del eje 612 del instrumento. Por ejemplo, el cable de control principal 636 puede corresponder al cable de control principal 242 descrito anteriormente. Un extremo proximal del cable de control principal 636 se mantiene fijo con respecto al cuerpo 602 de la pieza de mano 600. Por lo tanto, el movimiento del cuerpo 602 en relación con la porción de accionamiento 604 puede hacer que el cable de control principal 636 se mueva longitudinalmente a lo largo del eje 612 del instrumento. Esto se debe a que la posición longitudinal del eje 612 del instrumento se mantiene fija en relación con la porción de accionamiento 604 (por medio del eje interno 628, que está conectado por un extremo a la porción de accionamiento 604 y por otro extremo al eje 612 del instrumento), mientras que el cable de control principal 636 se puede mover con el cuerpo 602 en relación con la porción de accionamiento 604 y, por lo tanto, con el eje 612 del instrumento.

- 55 Por tanto, un usuario puede mover la porción de accionamiento 604 con respecto al cuerpo 602 para mover el cable de control principal 636 hacia delante y hacia atrás con respecto al eje 612 del instrumento y controlar la apertura y el cierre de las mordazas en una punta del instrumento conectada en un extremo distal del eje 612 del instrumento.

- 60 Hay varias formas posibles de mantener fijo el extremo proximal del cable de control principal 636 con respecto al cuerpo 602 de la pieza de mano 600. En el ejemplo mostrado, un bloque 638 está unido al extremo proximal del cable de control principal 636. El bloque 638 puede ser, por ejemplo, una pieza de metal soldada o unida por soldadura fuerte al extremo proximal del cable de control principal 638. El bloque 638 puede configurarse para encajar en un soporte (no mostrado) que está conectado rígidamente al rotador 610, de tal forma que el movimiento longitudinal del cuerpo 602 en relación con la porción de accionamiento 604 se transmite al bloque 638 (y por lo tanto al cable de control principal 636) a través del soporte. El soporte se puede conectar al rotador 610 a través de una abertura en una pared lateral del eje interno 628.

Una porción del cable de control principal 636 en el eje interno 628 puede estar contenida en un tubo protector 640. El tubo protector puede estar hecho de cualquier material adecuado (por ejemplo, PTFE) y puede servir para evitar que el cable de control principal 636 se doble cuando se abre la pieza de mano 600. Como alternativa, se puede soldar o unir con soldadura fuerte un tubo de metal al cable de control principal 636 para lograr el mismo efecto.

El movimiento lineal relativo entre la porción de accionamiento 604 y el cuerpo 602 controla directamente el movimiento lineal del cable de control principal 636 en relación con el eje 612 del instrumento. Esto puede permitir que un usuario controle con precisión la apertura y el cierre de las mordazas en la punta de un instrumento en el extremo distal del eje 612 del instrumento. Así mismo, la configuración de la pieza de mano 600 permite que un usuario sostenga cómodamente la pieza de mano 600 con una mano y controle la apertura y el cierre de las mordazas con una mano (colocando los dedos de una mano en los anillos 614, 616, 618). El usuario puede girar también simultáneamente el rotador 610 con la otra mano, para girar la punta del instrumento. La orientación del conector de entrada 620 puede garantizar que cualquier cable conectado al conector de entrada 620 no interfiera con la operación de la pieza de mano 600 por parte del usuario. De esta forma, el usuario no está obligado a sujetar la pieza de mano 600 en una posición incómoda para acomodar un cable, lo que podría causar tensión en la muñeca del usuario.

#### *Placa de circuito de bloqueo de RF*

La Figura 7a muestra un diagrama esquemático de una vista desde arriba de una superficie superior de la placa de circuito 700 que puede estar contenida en una pieza de mano de un instrumento electroquirúrgico que es una realización de la invención. Por ejemplo, la placa de circuito 700 puede corresponder a la placa de circuito 622 descrita anteriormente en relación con la pieza de mano 600. La Figura 7b muestra una vista en perspectiva de una superficie inferior de la placa de circuito 700, mientras que la Figura 7c muestra una vista en perspectiva de una superficie superior de la placa de circuito 700.

La placa de circuito 700 incluye un conector de entrada 702 montado en su superficie inferior y un conector de salida 704 montado cerca de un borde de la placa de circuito 700. La placa de circuito 700 contiene un circuito de bloqueo de RF en su superficie superior que está configurado para transmitir energía EM de microondas desde el conector de entrada 702 al conector de salida 704, mientras bloquea cualquier energía EM de RF para que no se transmita desde el conector de entrada 702 al conector de salida 704.

Como se muestra en la Figura 7a, el circuito de bloqueo de RF en la placa de circuito 700 incluye una línea de banda principal 706. Un conductor interno (activo) del conector de entrada 704 está conectado eléctricamente a la línea de banda principal 706 en un punto de conexión 708. Se puede proporcionar un orificio a través de la placa de circuito 700 para que el conductor interno del conector de entrada 704 se pueda conectar eléctricamente a la línea de banda principal 706. La línea de banda principal 706 está conectada en un extremo distal a un conductor interno 710 del conector de salida 704. Hay una ruptura en la línea de banda principal 706, dividiendo la línea de banda principal 706 en una primera porción 712 y una segunda porción 714. La primera y segunda porciones 712, 714 de la línea de banda principal 706 están conectadas por un condensador de bloqueo de RF 716, que está dispuesto para bloquear la transmisión de energía EM de RF a lo largo de la línea de banda principal 706 al conector de salida 704. Por ejemplo, el condensador de bloqueo de RF 716 puede tener una capacidad de aproximadamente 3,3 pF.

Las superficies superior e inferior de la placa de circuito 700 incluyen cada una un plano de tierra respectivo 718 y 720. Los planos de tierra 718 y 720 pueden ser, por ejemplo, capas de metal que cubren la mayor parte de las superficies superior e inferior, respectivamente. La línea de banda principal 706 está aislada del plano de tierra 718 por una barrera aislante 722 que rodea la línea de banda principal 706. El plano de tierra 720 en la superficie inferior está conectado eléctricamente a una carcasa exterior del conector de entrada 702. El conector de salida 704 está montado en la placa de circuito 700 de tal forma que una carcasa exterior del conector de salida 704 está conectada eléctricamente a ambos planos de tierra 718 y 720. La carcasa exterior del conector de entrada 702 puede configurarse para conectarse a tierra de un generador (por ejemplo, el generador 102 a través del cable de interfaz 104). De esta forma, los planos de tierra 718, 720 y la carcasa exterior del conector de salida 704 pueden conectarse a tierra a través de un generador conectado al conector de entrada 702.

El circuito de bloqueo de RF en la superficie superior puede incluir además un ramal 724 que se bifurca desde la línea de banda principal 706 antes del condensador de bloqueo de RF 716. Un condensador de cortocircuito de microondas 726 puede ubicarse en el ramal 724 aproximadamente a un cuarto de longitud de onda (con respecto a la longitud de onda de la energía EM de microondas utilizada) lejos de la línea de banda principal 706. El condensador de cortocircuito de microondas 726 está conectado entre el ramal 724 y el plano de tierra 718, y actúa como un cortocircuito a tierra para la energía electromagnética de microondas. De esta forma, el ramal aparece como un circuito abierto de microondas en la línea principal 706. El condensador de cortocircuito de microondas 726 puede tener una capacitancia similar al condensador de bloqueo de RF 716. Después del condensador de cortocircuito de microondas 726, hay una resistencia de carga 728 conectada entre el ramal 724 y el plano de tierra 718. Cualquier energía EM de RF alimentada al circuito de bloqueo RF debe pasar a la resistencia de carga 728 donde puede disiparse, ya que el condensador de bloqueo de RF 716 bloquea el paso de la energía EM de RF a lo largo de la línea de banda principal 706. La resistencia de la resistencia de carga 728 puede seleccionarse de modo que provoque que un generador conectado a la placa de circuito 700 produzca una señal de error si la energía EM de RF se alimenta accidentalmente

al circuito de bloqueo de RF. La resistencia de carga 728 puede tener, por ejemplo, una resistencia de aproximadamente 9,1 ohmios.

Los valores de capacitancia del condensador de bloqueo de RF 716 y el condensador de cortocircuito de microondas 726 pueden seleccionarse de tal forma que proporcionen una impedancia razonablemente baja a frecuencias de microondas (por ejemplo, 5,8 GHz) y una impedancia razonablemente alta a frecuencias de RF (por ejemplo, 400 kHz). Dicho de otro modo, los condensadores 716 y 726 deberían aparecer cerca de un cortocircuito a frecuencias de microondas, y cerca de un circuito abierto a frecuencias de RF. Por lo tanto, el circuito de bloqueo de RF puede proporcionar una buena coincidencia para la energía de microondas en la salida 704. La placa de circuito 700 puede estar hecha de cualquier material de placa de circuito adecuado. Por ejemplo, la placa de circuito puede fabricarse con laminado RO3006 de Rogers Corporation. Este material tiene una constante dieléctrica de aproximadamente 6, permitiendo miniaturizar el diseño de la placa de circuito 700.

La placa de circuito 700 puede incluir además una serie de vías 730 colocadas a lo largo de la línea de banda principal 706 y el ramal 724, para reducir la interferencia causada por la radiación parásita. Las vías 730 pueden ser orificios pasantes en la placa de circuito. Para reducir aún más la radiación perdida, se puede colocar un recinto blindado (por ejemplo, de metal) sobre la superficie superior de la placa de circuito 700. La placa de circuito 700 también puede estar completamente encerrada en un recinto blindado. Cuando la placa de circuito 700 está contenida en una pieza de mano (por ejemplo, pieza de mano 600), puede ser posible proteger la placa de circuito 700 aplicando un revestimiento de metal a una superficie interna de la pieza de mano, de tal forma que la placa de circuito 700 esté parcial o totalmente rodeada por el revestimiento metálico cuando se monta en la pieza de mano.

La placa de circuito 700 sirve como un mecanismo de seguridad adicional para garantizar que la energía EM de RF no se suministre accidentalmente al instrumento electroquirúrgico. La placa de circuito 700 evita que la energía EM de RF se transmita desde un generador a la punta de un instrumento, donde la energía EM de RF no deseada podría causar daño a un paciente. Como la placa de circuito está directamente integrada con la pieza de mano del instrumento electroquirúrgico, es eficaz incluso en situaciones en las que el usuario hace un mal uso del instrumento electroquirúrgico (por ejemplo, cuando el usuario ha conectado el generador equivocado a la pieza de mano). Cabe señalar que la placa de circuito 700 se muestra únicamente a modo de ejemplo, y también se pueden usar placas de circuito que tengan configuraciones alternativas para lograr el mismo efecto.

La Figura 8A es una vista lateral esquemática de un ejemplo de una estructura de suministro de energía 800 que se puede utilizar en un instrumento de pinzas electroquirúrgico del tipo expuesto anteriormente, donde ambas mordazas 802 están dispuestas para suministrar energía al tejido sujetado entre las mismas. Cada mordaza recibe energía de un cable coaxial 808 a través de una respectiva banda de electrodo flexible 804 que puede extenderse a través del soporte distal (no mostrado) de la manera descrita anteriormente.

En este ejemplo, la banda de electrodo flexible 804 transporta energía en una dirección longitudinal utilizando una estructura de línea de transmisión de tipo de línea de banda, cuya sección transversal se muestra en la imagen ampliada insertada en la Figura 8A. La línea de banda comprende una estructura plana flexible que comprende una capa conductora central 822 separada de un par de capas de planos de tierra 818, 826 de sus lados opuestos por un par de capas dieléctricas flexibles 820, 824. Las capas de planos de tierra están cubiertas en sus superficies más externas (es decir, las superficies que se alejan de la capa conductora central 822) por las respectivas capas de cubierta dieléctrica (aislante) 816, 828.

Un extremo proximal de cada banda de electrodo flexible 804 está conectado a un extremo distal del cable coaxial 808 en un conector 806. El conector 806 puede ser un manguito o tubo que se encuentra sobre una región de superposición entre las tiras de electrodos flexibles 804 y el cable coaxial 808. El cable coaxial 808 comprende un conductor interior 810 separado de un conductor externo 812 por un material dieléctrico 811.

El conductor interno 810 y el material dieléctrico 811 sobresalen más allá de un extremo distal del conductor externo 812. El conductor interior 810 está conectado eléctricamente a un bloque de contacto conductor 814 que, a su vez, está conectado eléctricamente a una parte expuesta de un conductor central 822 dentro de cada banda de electrodo flexible 804. El conductor central se puede exponer cortando, decapando o eliminando de otro modo una sección de la primera capa de cubierta 816, capa de plano de tierra inferior 818 y primera capa dieléctrica flexible 820 en la región de contacto con el bloque de contacto conductor 814.

Mientras tanto, el conductor externo 812 está conectado eléctricamente a una de las capas de planos de tierra, por ejemplo, exponiendo una porción distal de una capa de tierra superior 826 y poniéndola en contacto eléctrico con el conductor externo 812, por ejemplo, a través de una capa conductora en la superficie interna del conector 806. Las capas de planos de tierra 818, 826 pueden conectarse eléctricamente entre sí mediante una o más vías (no mostradas) cargadas con material conductor que se extienden a través de las capas dieléctricas flexibles 820, 824 en las regiones laterales de la línea de banda donde no existe el conductor central. Por ejemplo, la anchura de la capa conductora central 822 puede ser menor que la anchura de las capas de planos de tierra 820, 824 a lo largo de la línea de banda. Esto significa que las capas de planos de tierra 820, 824 se extienden a lo ancho más allá de un borde lateral en la capa conductora central en uno o ambos lados de la misma. Las vías se pueden formar entre las capas de planos de

tierra 820, 824 en esta zona lateral.

En un extremo distal de la línea de banda, la capa conductora central 822 y una o ambas capas de planos de tierra pueden estar expuestas para formar los electrodos discutidos anteriormente.

El uso de una línea de tiras en las tiras de electrodos proporciona una estructura de suministro de energía más aislada que la disposición de microbandas comentada anteriormente. Con una línea de banda, la energía está contenida casi por completo entre las dos capas de planos de tierra 820, 824, de forma que no se exponen señales a las superficies externas. Una ventaja de esta disposición es que la presencia de solución salina u otro fluido conductor alrededor de la punta distal del instrumento no afecta negativamente al suministro de energía. Esta ventaja se demuestra en el gráfico que se muestra en la Figura 8B, donde la línea 830 que indica pérdida de retorno en presencia de solución salina es muy similar a la línea 832 que indica pérdida de retorno en el tejido. Esto se ve respaldado por la distribución de absorción de energía en cada escenario:

Tabla 1: Absorción de energía con y sin presencia de solución salina

Modelo	Energía absorbida en tejido	Energía absorbida en solución salina
Solución salina no presente	66,0 %	-
Solución salina presente	61,8 %	0,56 %

Las Figuras 9A y 9B muestran vistas superior e inferior de una banda de electrodos de ejemplo 900 adecuada para su uso en la estructura de suministro de energía de la Figura 8A. La banda de electrodos 900 comprende una línea de banda plana alargada 904 que tiene extremos distal y proximal conformados donde se conecta a una mordaza respectiva y un cable coaxial respectivamente.

La Figura 9C es una vista en sección transversal ampliada a través de la línea de banda 904. La estructura de la línea de transmisión en sí está formada por un par de sustratos dieléctricos laminados flexibles 915, 916. Cada sustrato dieléctrico laminado comprende una capa dieléctrica flexible (por ejemplo, poliimida) que tiene un material conductor, por ejemplo, cobre, laminado en una o ambas superficies del mismo. Al material conductor laminado se le puede dar la forma deseada sobre el sustrato mediante grabado o similar.

En este ejemplo, un sustrato laminado superior 915 comprende una primera capa dieléctrica 918 y una capa plana de tierra superior 916. Un sustrato laminado inferior 919 comprende una segunda capa dieléctrica 922, una capa de conductor central 920 y una capa de plano de tierra inferior 924. El sustrato laminado superior 915 y la estructura laminada inferior se montan juntos, por ejemplo, utilizando un adhesivo (no conductor) 928, de forma que la capa conductora central 920 quede intercalada entre la primera y segunda capas dieléctricas 918, 922. La capa conductora central 920 tiene una anchura menor que las capas de planos de tierra superior e inferior 916, 924 para una línea de banda. El sustrato laminado superior 915 puede ser un laminado de un solo lado, o puede formarse a partir de un laminado de dos lados eliminando completamente una de las superficies conductoras.

La línea de transmisión está intercalada entre un par de capas de cubierta exterior 914, 926, hechas de material aislante flexible, tal como la poliimida. La capa de cubierta 914, 926 se puede adherir a la superficie adyacente de la línea de banda. Aunque no se muestra en la Figura 9C, las capas de planos de tierra superior e inferior 916, 924 están conectadas eléctricamente por una serie de vías 930 formadas en los extremos proximal y distal de la banda de electrodos en la región separada en la dirección de la anchura desde la capa conductora central 920. Las vías se extienden a través de la primera y segunda capas dieléctricas 918, 922 entre las capas de planos de tierra superior e inferior 916, 924 y transportan material conductor para realizar una conexión eléctrica.

El extremo proximal de la banda de electrodos está adaptado para permitir que las capas conductoras se conecten a un cable coaxial. En la superficie superior de la banda de electrodos 900 (que se muestra en la Figura 9A), la capa de cubierta superior 914 se retira para exponer una porción 906 de la capa de plano de tierra superior 916, que a su vez está conectada eléctricamente a un conductor externo del cable coaxial, por ejemplo, de forma similar a la descrita anteriormente con respecto a la Figura 8A. En la superficie inferior de la banda de electrodos 900 (que se muestra en la Figura 9B) la capa de cubierta inferior 926, la capa de plano de tierra inferior 924 y la segunda capa dieléctrica 922 se eliminan para exponer una porción 908 de la capa conductora central 920, que a su vez está conectada eléctricamente a un conductor interior del cable coaxial, por ejemplo, de forma similar a la descrita anteriormente con respecto a la Figura 8A. En la práctica, se retira un canal 910 de las tres capas mencionadas anteriormente para recibir un tramo del conductor interno que sobresale de un extremo distal del cable coaxial. La capa conductora central 920 no se extiende hasta un extremo proximal de la banda de electrodos 900 para reducir o minimizar la pérdida de energía en esta unión.

El extremo distal de la banda de electrodos 900 está adaptado para proporcionar el electrodo de suministro de energía en la mordaza respectiva. En la superficie superior de la banda de electrodos 900 (que se muestra en la Figura 9A), la capa de cubierta superior 914 termina antes del extremo distal para exponer una porción 902 de la capa de plano



de tierra superior 916, que a su vez está conectada eléctricamente a su mordaza respectiva. En la superficie inferior de la banda de electrodos 900 (que se muestra en la Figura 9B) la capa de cubierta inferior 926, la capa de plano de tierra inferior 924 y la segunda capa dieléctrica 922 terminan antes del extremo distal para exponer una porción 912 de la capa conductora central 920, desde donde se suministra la energía. La porción expuesta se retrae desde los  
5 bordes de la primera capa dieléctrica 918 para controlar la forma del campo emitido.

## REIVINDICACIONES

1. Una pieza de mano (106, 600) para controlar un instrumento electroquirúrgico, comprendiendo la pieza de mano:

5 un cuerpo (602);  
un eje flexible (112) que se extiende desde un extremo distal del cuerpo;  
un cable coaxial (226, 626) que se extiende a través de un lumen definido por el eje flexible, siendo el cable coaxial  
para su conexión a un instrumento electroquirúrgico (118) que se puede situar en un extremo distal del eje flexible;  
10 una barra de control (636) que se extiende a través del lumen (628), siendo la barra de control para su conexión a  
un instrumento electroquirúrgico que se puede situar en un extremo distal del eje flexible;  
un elemento de accionamiento (604) montado de forma deslizante sobre el cuerpo; y  
un rotador (610) montado de forma giratoria en el cuerpo,  
en donde el cable coaxial y el eje flexible están montados para deslizarse en relación con el cuerpo con el elemento  
de accionamiento y girar en relación con el cuerpo con el rotador, y  
15 en donde la barra de control (636) tiene una porción proximal que está montada en una posición fijada  
longitudinalmente con respecto al cuerpo.

2. Una pieza de mano de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la barra de control puede girar con respecto al  
cuerpo.

20 3. Una pieza de mano de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2, en donde la porción proximal de la barra de control  
está montada en el rotador.

4. Una pieza de mano de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, en donde el elemento de  
25 accionamiento comprende un eje montado para deslizarse en dirección longitudinal dentro del alojamiento, estando la  
dirección longitudinal alineada con una dirección en la que el eje flexible se extiende desde el cuerpo.

5. Una pieza de mano de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4 que incluye un puerto de entrada  
30 de energía en el elemento de accionamiento, estando el puerto de entrada de energía conectado para transferir la  
energía recibida en el mismo al cable coaxial.

6. Una pieza de mano de acuerdo con la reivindicación 5, en donde una dirección de conexión en el puerto de entrada  
de energía se extiende perpendicularmente a la dirección en la que el elemento de accionamiento puede deslizarse  
35 con respecto al cuerpo.

7. Una pieza de mano de acuerdo con las reivindicaciones 5 o 6 que tiene un circuito de bloqueo de RF montado en  
el elemento de accionamiento entre el puerto de entrada de energía y el cable coaxial.

8. Un aparato electroquirúrgico, que comprende:

40 un generador electroquirúrgico para suministrar energía de microondas;  
un dispositivo de alcance quirúrgico que tiene un cordón de instrumento para su inserción en el cuerpo de un  
paciente, teniendo el cordón de instrumento un canal de instrumento que se extiende a través del mismo;  
45 una pieza de mano de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7 conectada para recibir la energía  
de microondas del generador electroquirúrgico, pasando el eje flexible de la pieza de mano a través del canal de  
instrumentos del dispositivo de alcance quirúrgico; y  
un instrumento de pinzas electroquirúrgico conectado en un extremo distal del eje flexible de la pieza de mano,  
en donde el elemento de accionamiento está conectado para controlar la apertura y el cierre del instrumento de  
pinzas electroquirúrgico, y  
50 en donde el rotador está configurado para controlar el giro del instrumento de pinzas electroquirúrgico en relación  
con el canal de instrumento.

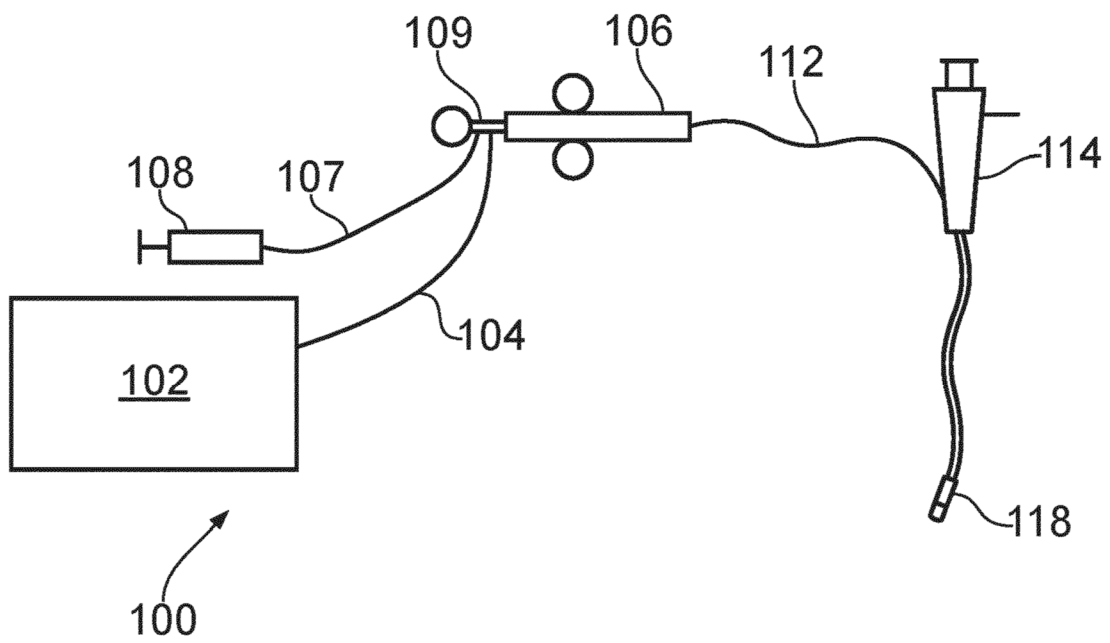


FIG. 1

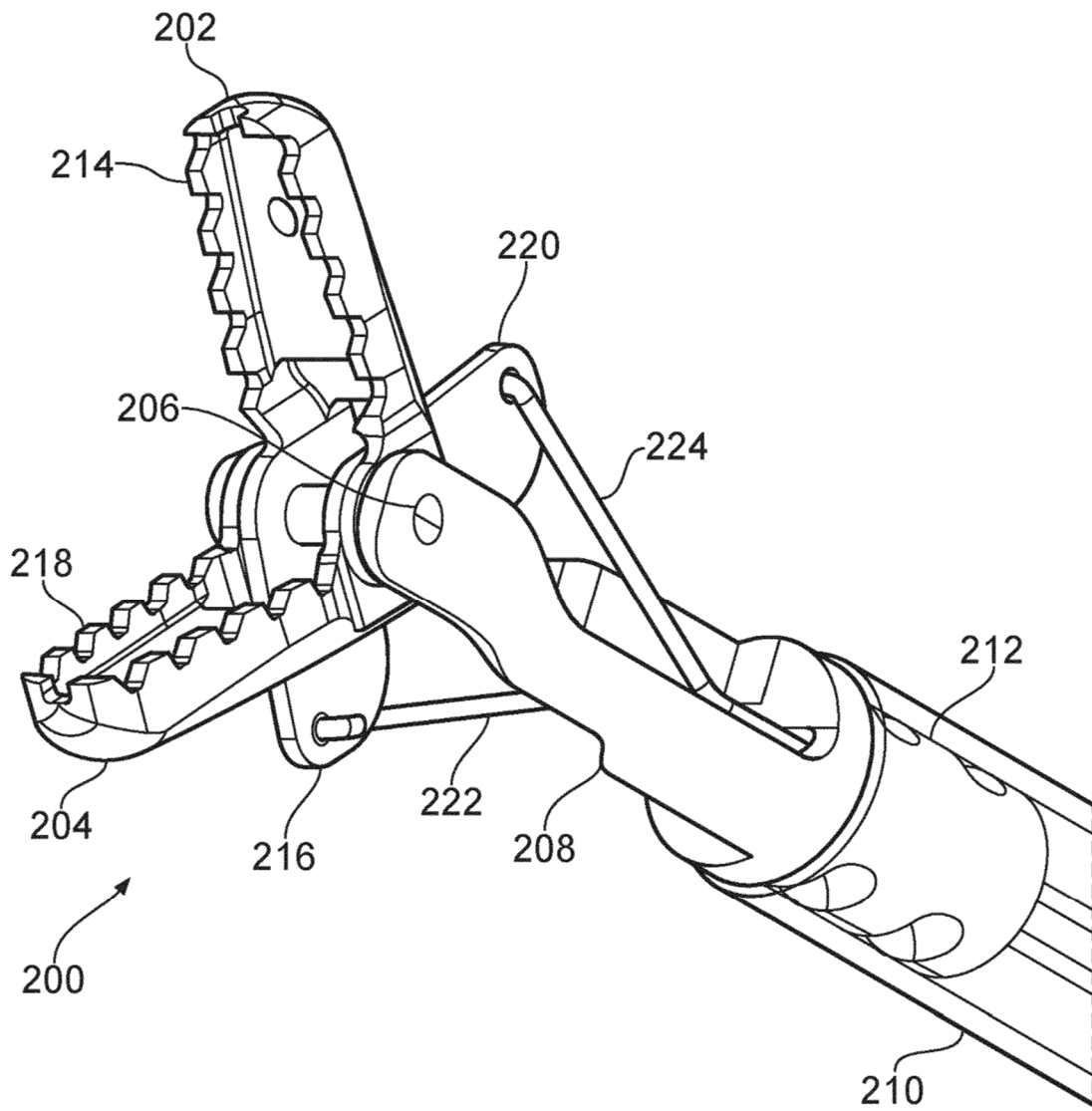


FIG. 2a

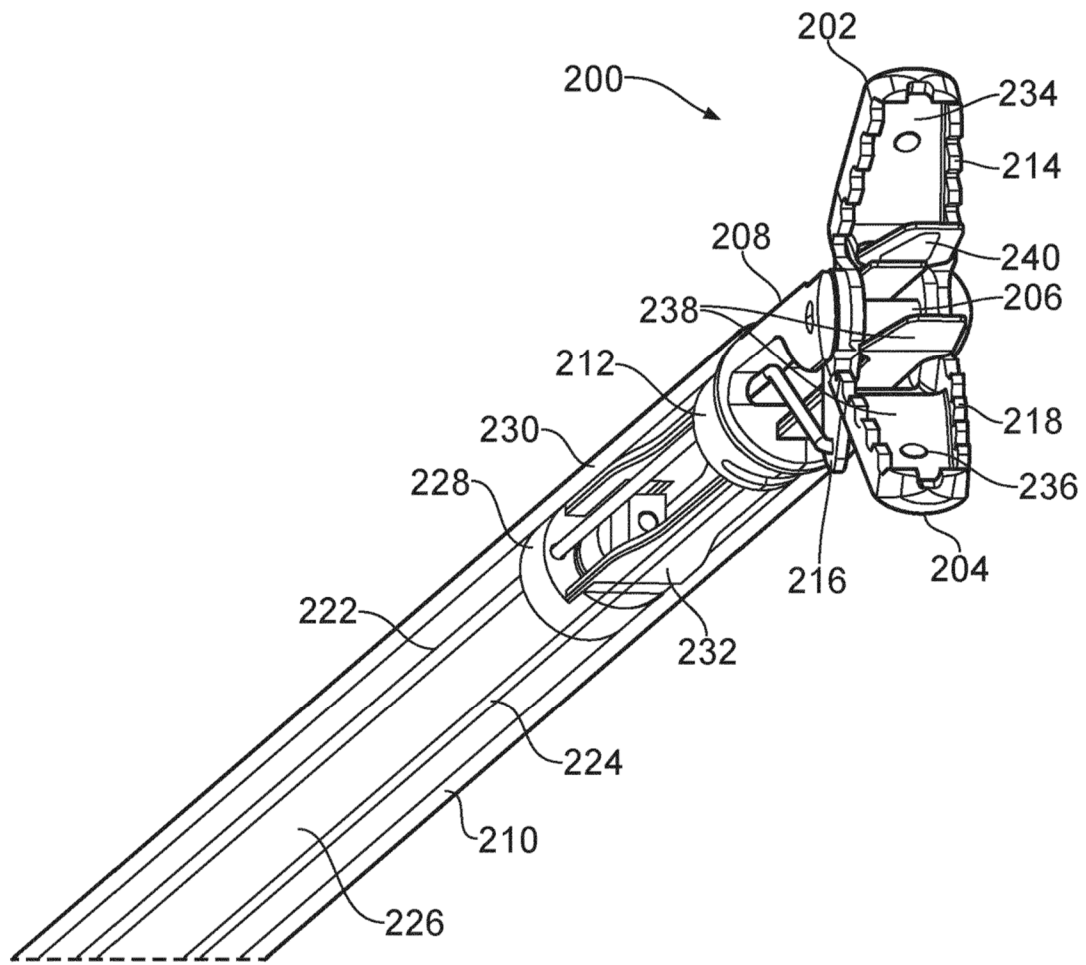


FIG. 2b

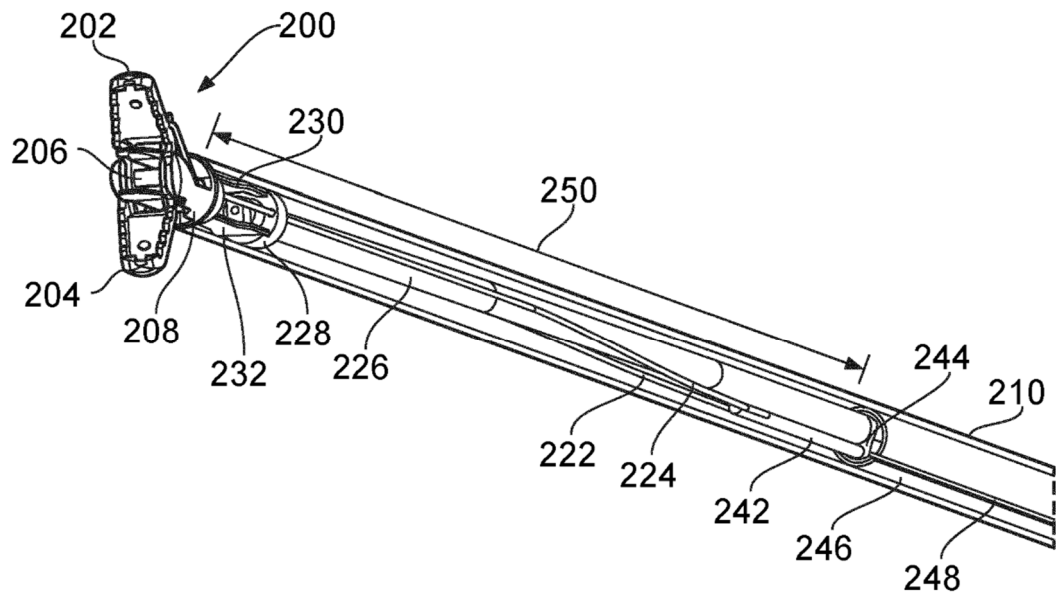


FIG. 2c

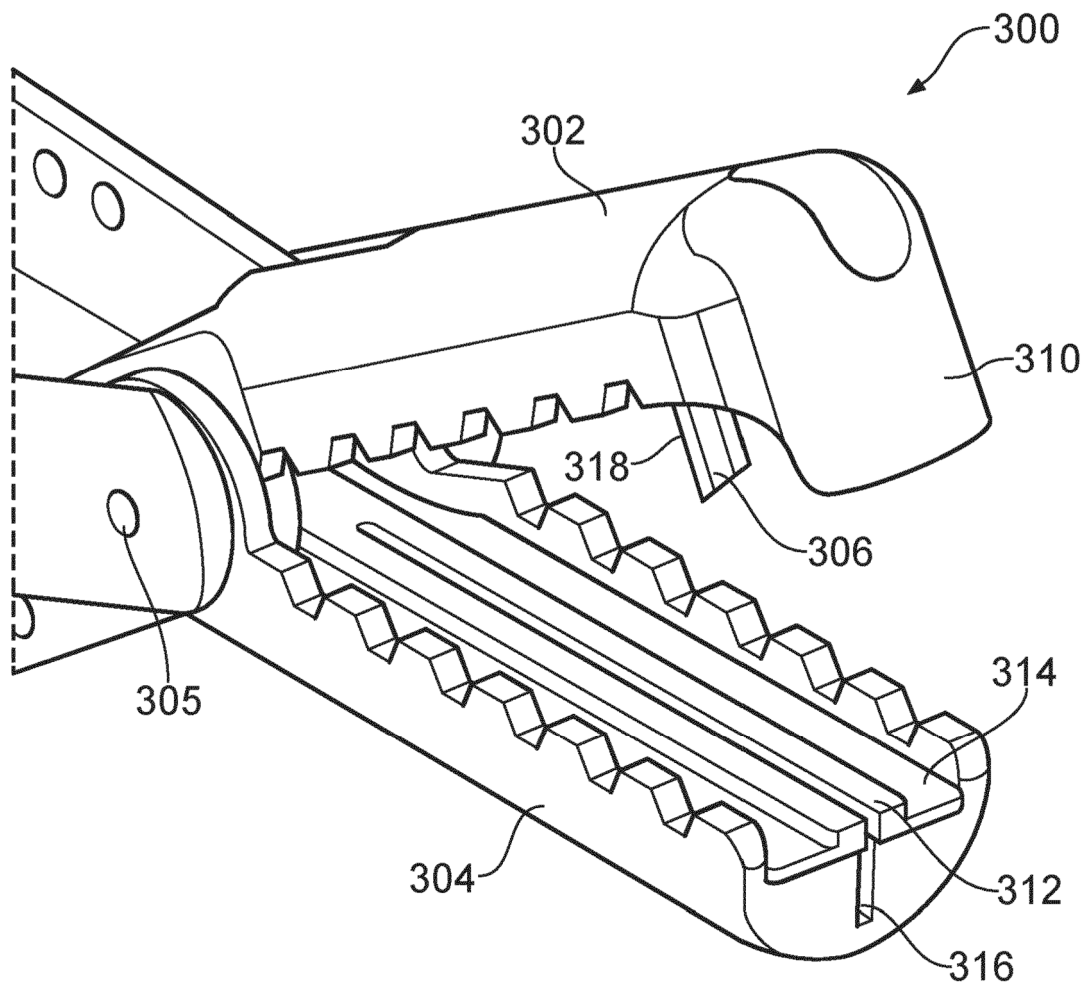


FIG. 3a

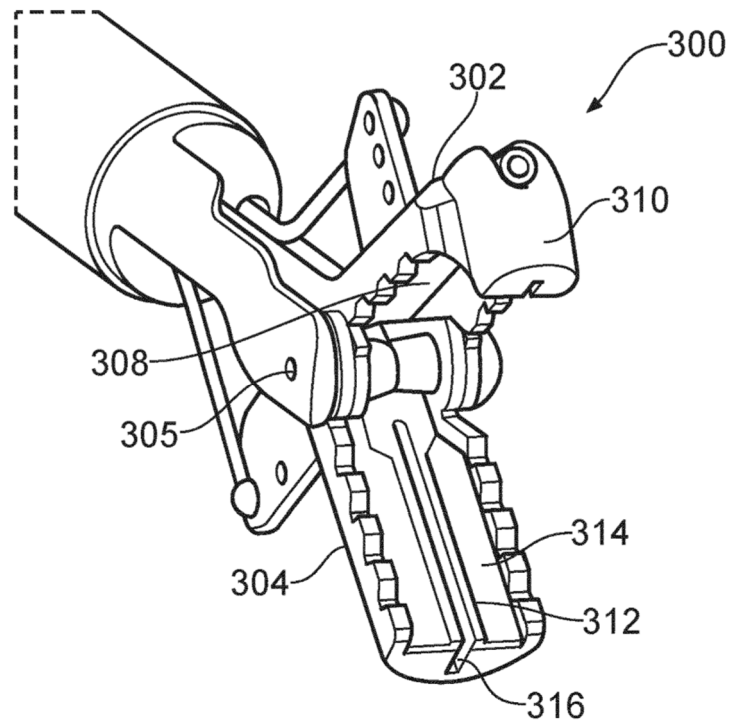


FIG. 3b

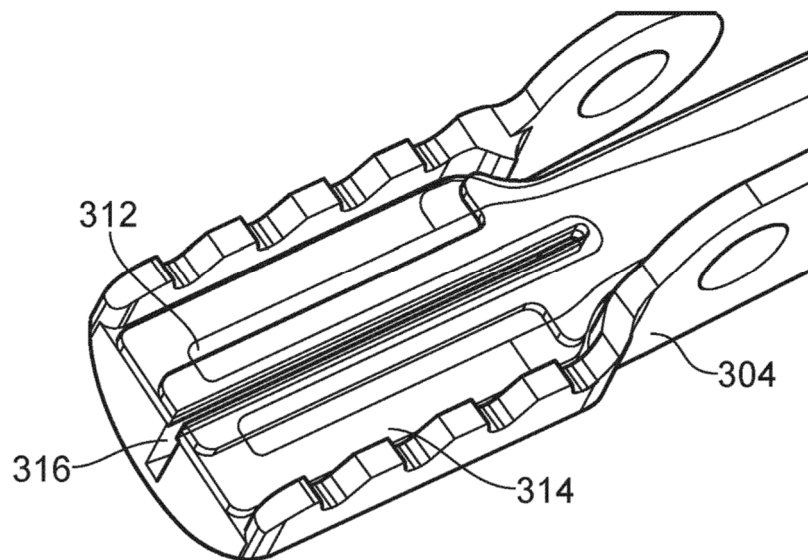


FIG. 3c



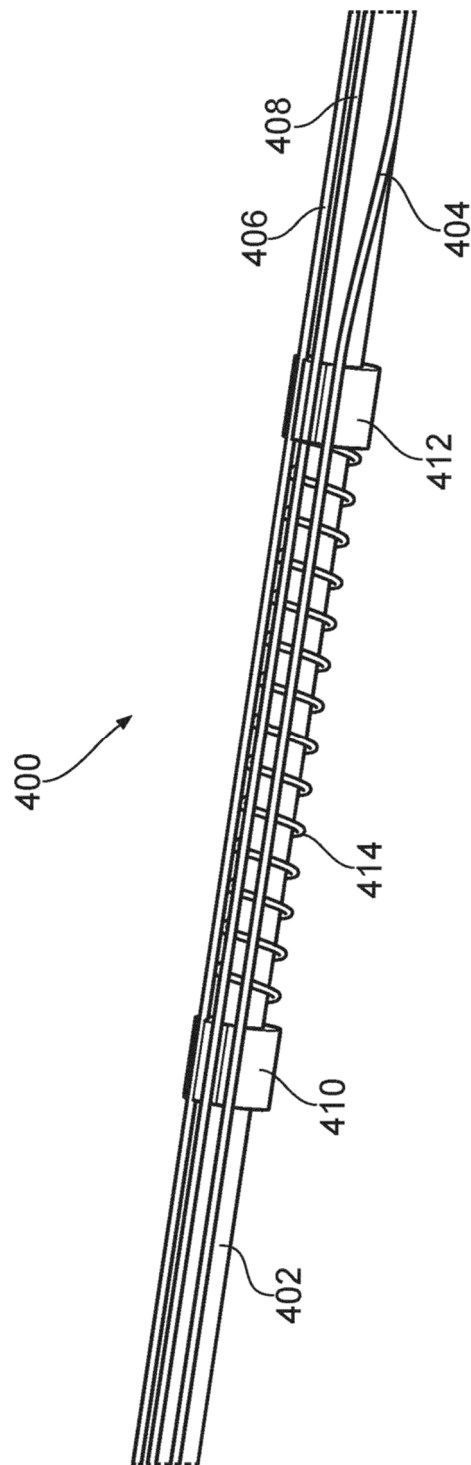


FIG. 4a

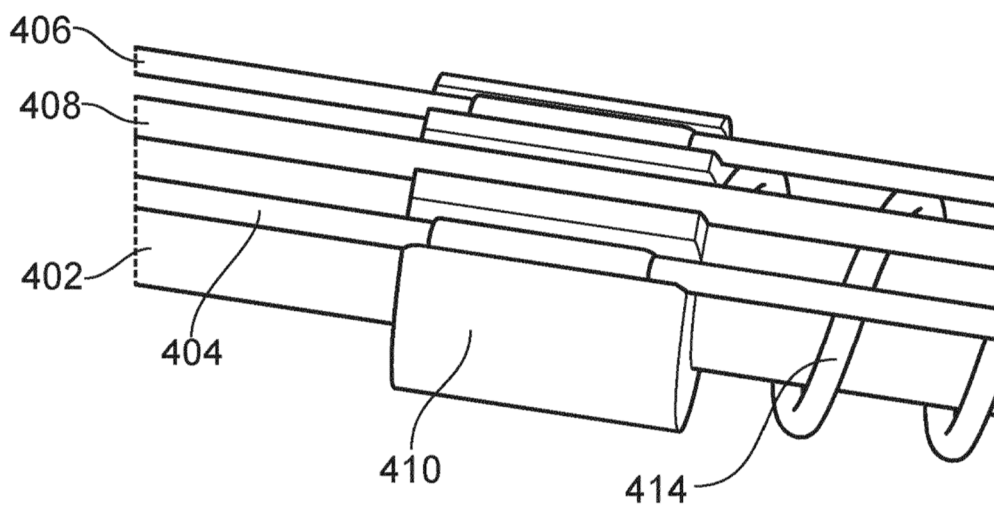


FIG. 4b

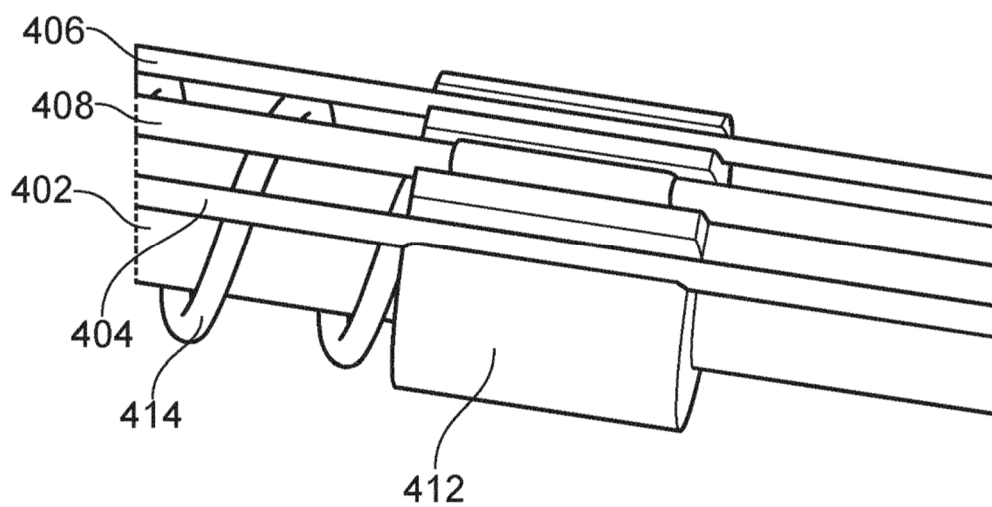


FIG. 4c

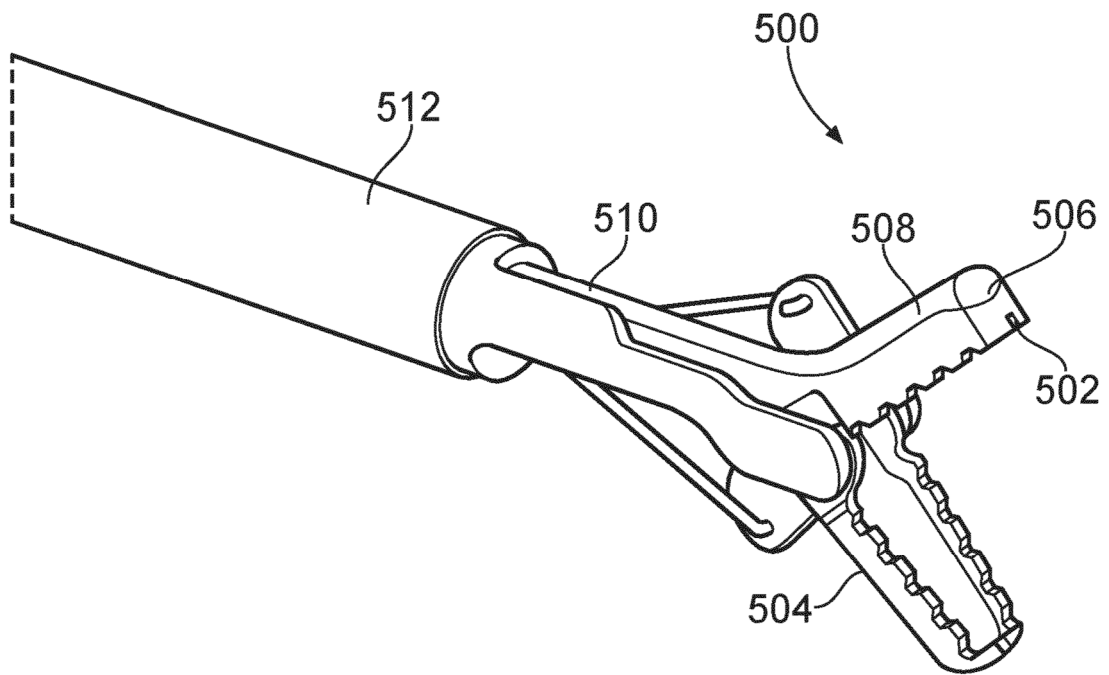


FIG. 5

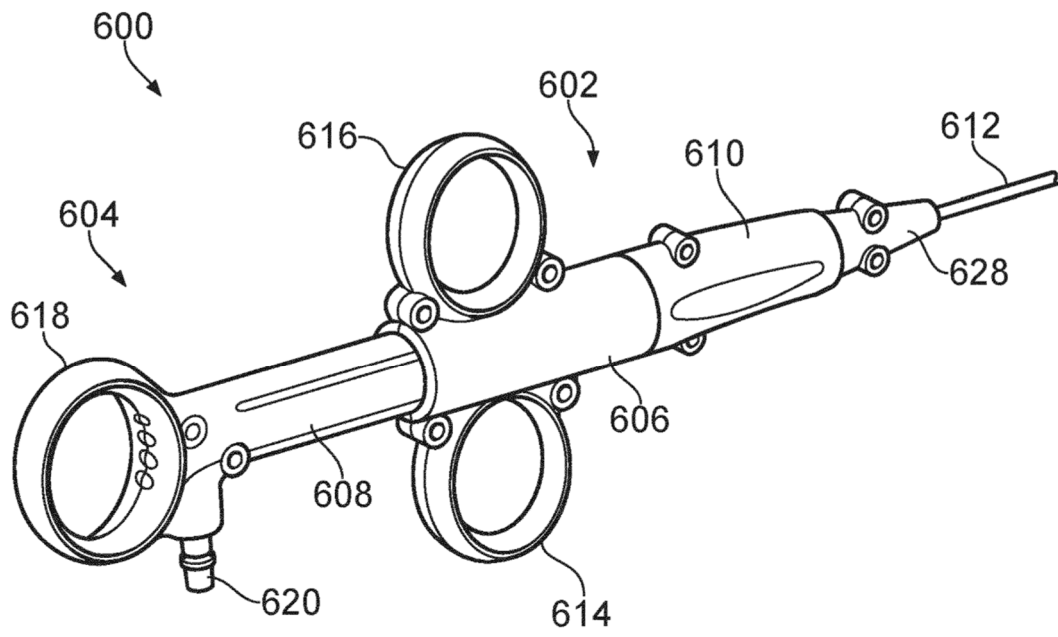


FIG. 6a

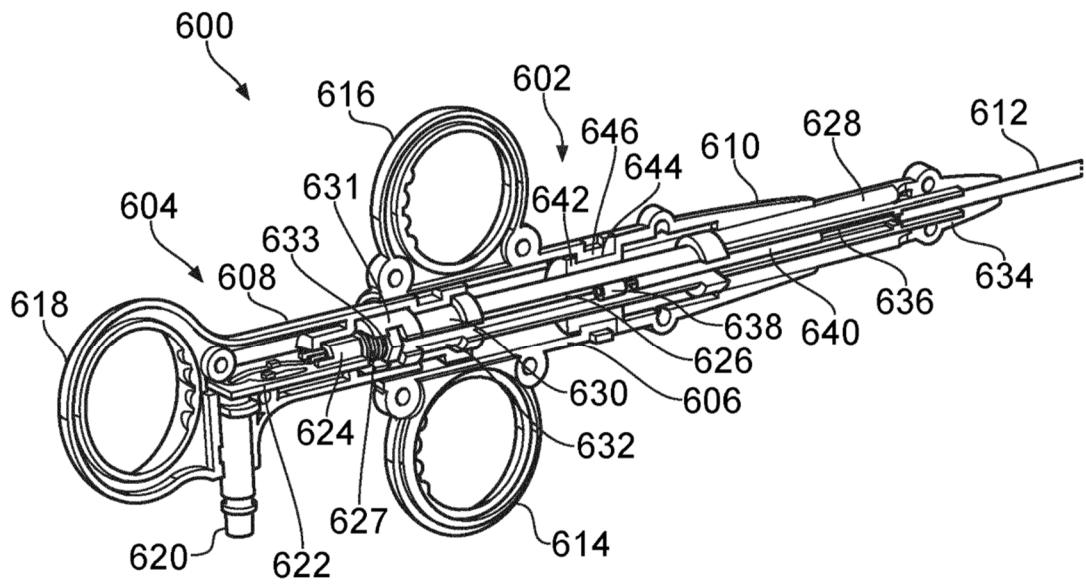


FIG. 6c

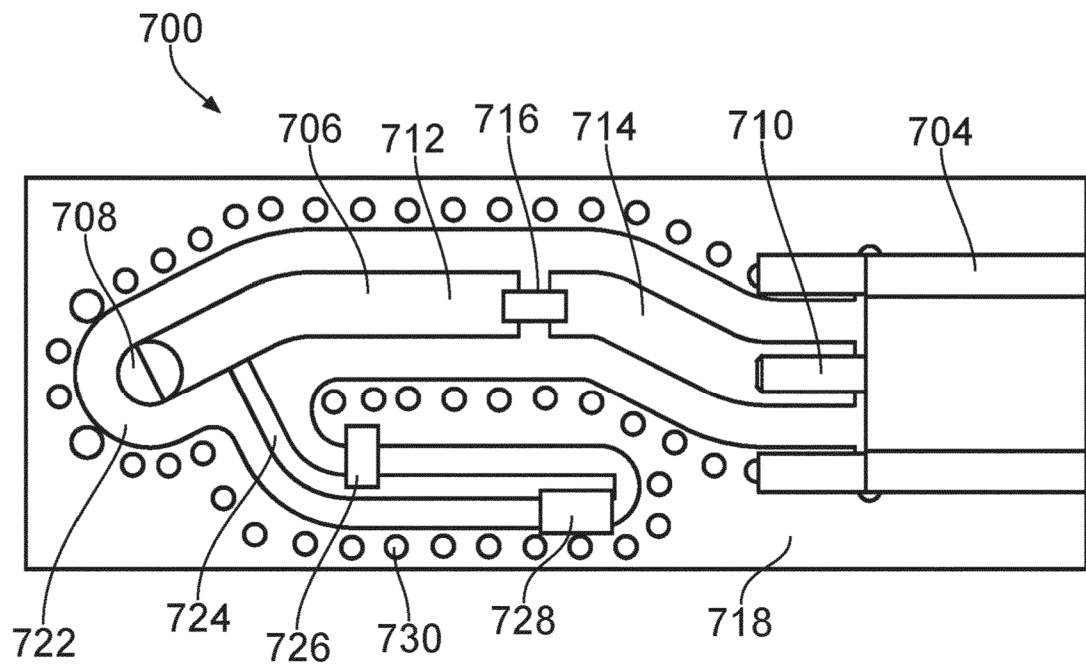


FIG. 7a

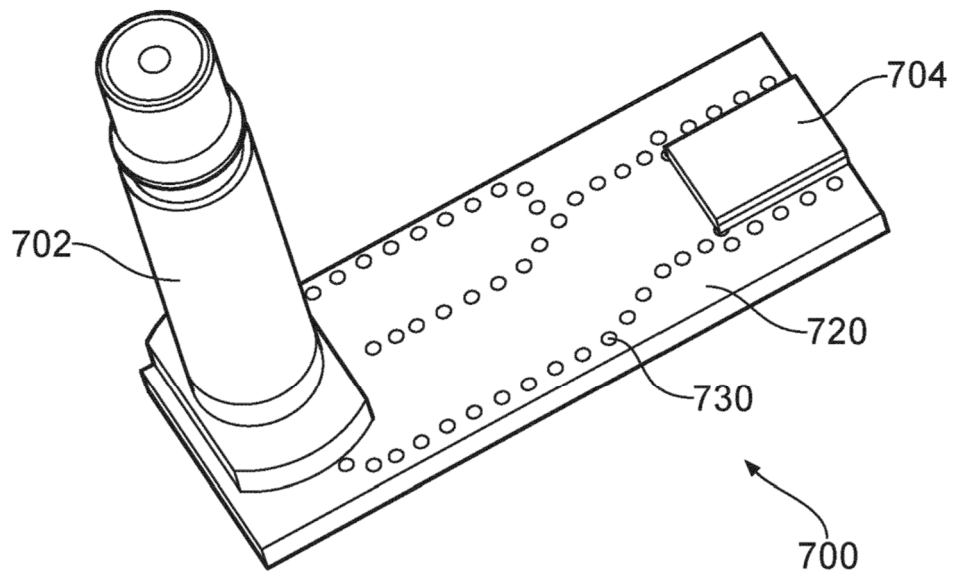


FIG. 7b

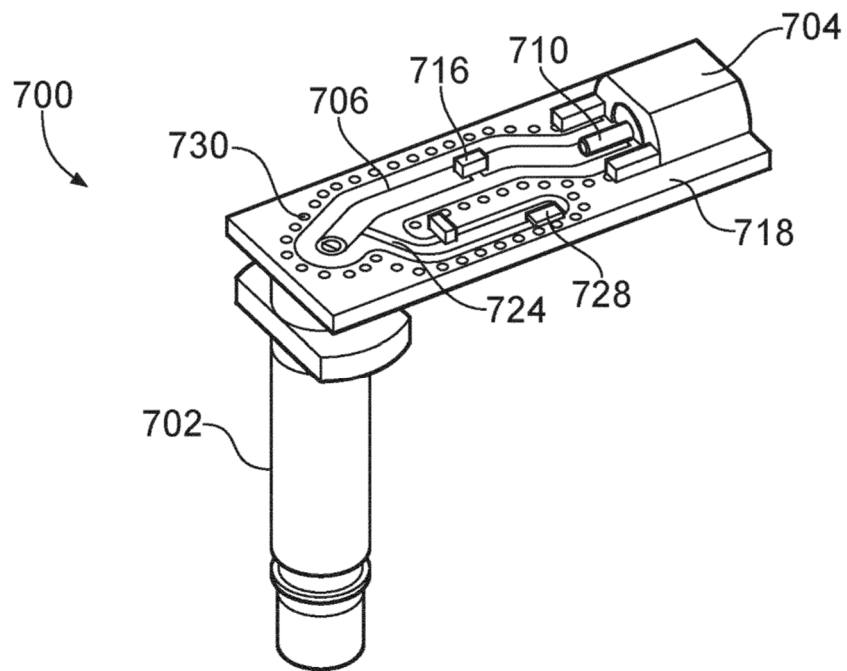


FIG. 7c

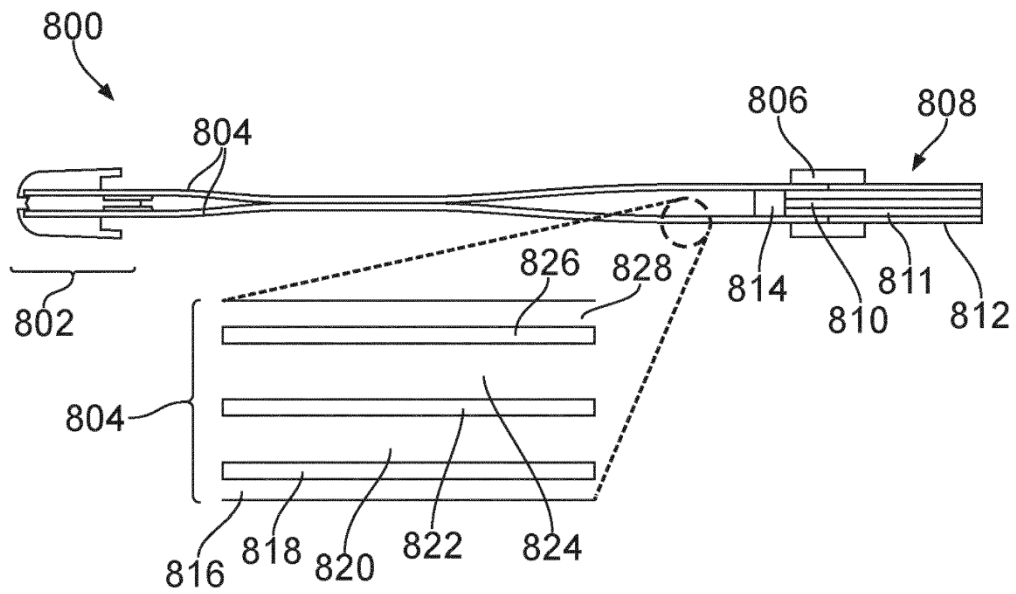


FIG. 8A

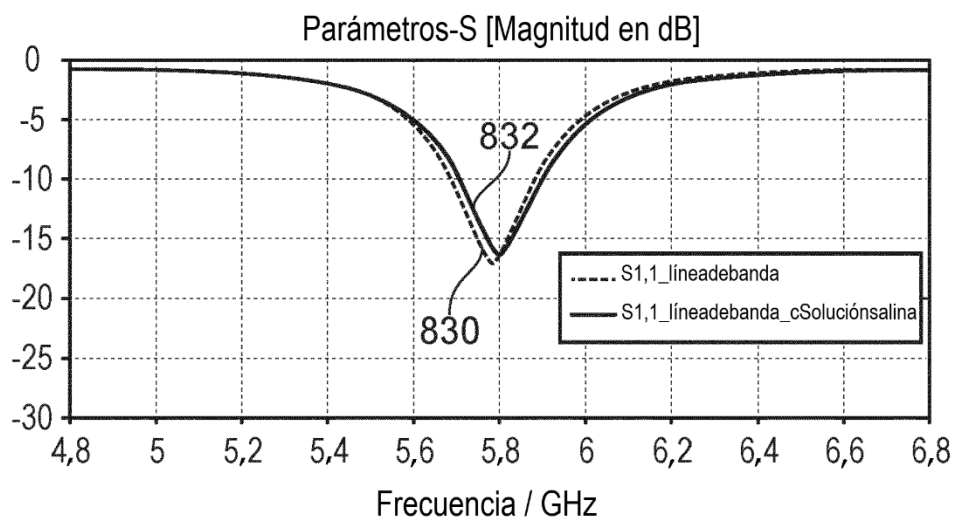


FIG. 8B



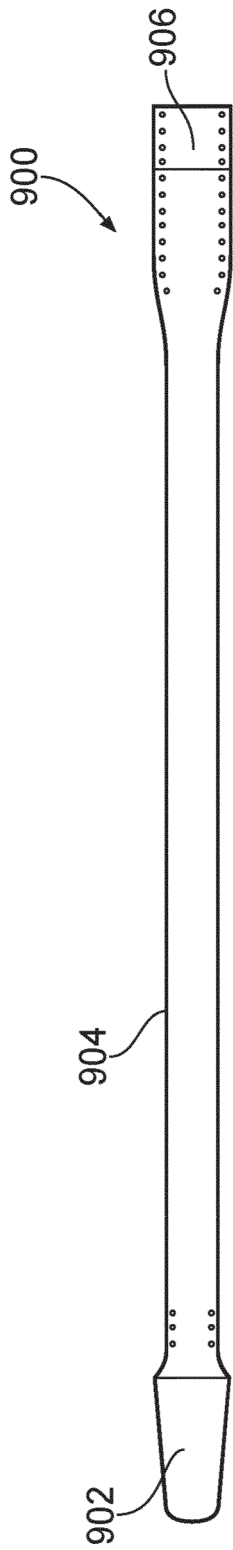


FIG. 9A

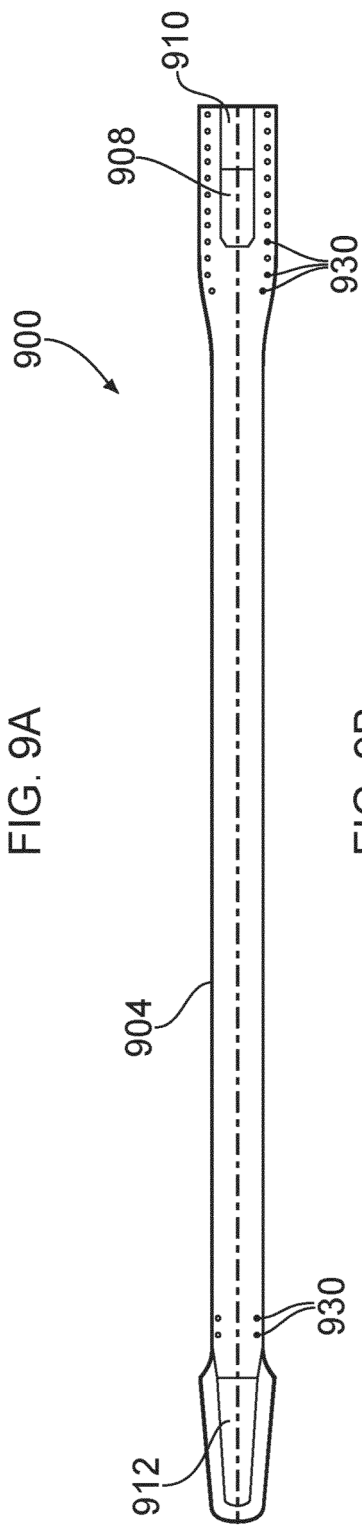


FIG. 9B

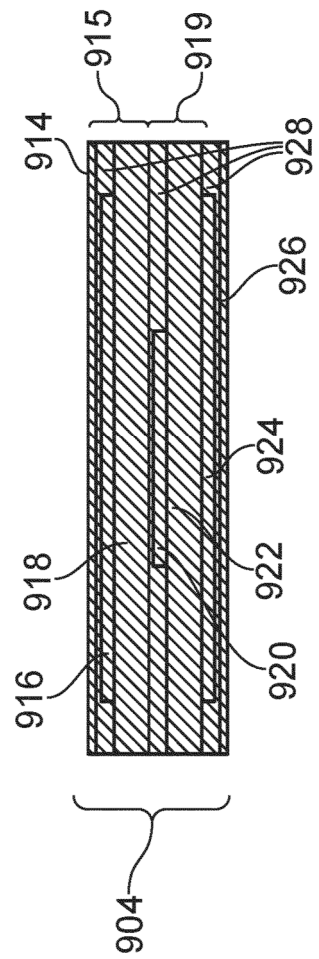


FIG. 9C