

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 980 591**

51 Int. Cl.:

A61B 18/14 (2006.01)

A61B 18/18 (2006.01)

A61B 18/12 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.05.2017** **PCT/EP2017/061740**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.11.2017** **WO17198671**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.05.2017** **E 17724014 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.04.2024** **EP 3457973**

54 Título: **Herramienta de corte electroquirúrgica**

30 Prioridad:

17.05.2016 GB 201608679

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

02.10.2024

73 Titular/es:

CREO MEDICAL LIMITED (100.0%)
Riverside Court Beaufort Park
Chepstow, Monmouthshire NP16 5UH, GB

72 Inventor/es:

HANCOCK, CHRISTOPHER PAUL;
TURNER, LOUIS;
WHITE, MALCOLM;
SWAIN, SANDRA MAY;
BURN, PATRICK y
MORRIS, STEVEN

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 980 591 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

Herramienta de corte electroquirúrgica

5 Campo de la invención

La invención se refiere a una herramienta electroquirúrgica de corte y coagulación, para cortar y coagular tejido biológico. En particular, la invención se refiere a una herramienta de corte electroquirúrgica capaz de suministrar energía de radiofrecuencia (RF) para cortar tejido biológico y/o energía de frecuencia de microondas para la hemostasia (es decir, sellar vasos sanguíneos rotos promoviendo la coagulación de la sangre).

Antecedentes de la invención

La resección quirúrgica es un medio para extirpar secciones de órganos del cuerpo humano o animal. Los órganos pueden ser altamente vasculares. Cuando se corta el tejido (es decir, se divide o se secciona), los vasos sanguíneos pequeños pueden dañarse o romperse. El sangrado inicial es seguido por una cascada de coagulación donde la sangre se convierte en un coágulo en un intento por taponar el sangrado. Durante una operación es deseable que un paciente pierda la menor cantidad de sangre posible, por lo que se han desarrollado diversos dispositivos en un intento por proporcionar un corte sin sangrado. Para procedimientos endoscópicos, tampoco es deseable que se produzca un sangrado y que no se trate apropiadamente, ya que el flujo de sangre puede oscurecer la visión del operador. En lugar de una cuchilla afilada, se conoce el uso de energía de RF para cortar tejido biológico. El método de corte utilizando energía de RF funciona utilizando el principio de que a medida que una corriente eléctrica pasa a través de una matriz de tejido (ayudada por el contenido iónico celular), la impedancia al flujo de electrones a través del tejido genera calor. Cuando se aplica una onda sinusoidal pura a la matriz de tejido, se genera suficiente calor dentro de las células para vaporizar el contenido acuoso del tejido. Por tanto, hay un gran aumento en la presión celular interna que no puede ser controlado por la membrana celular, provocando la ruptura de la célula. Cuando esto ocurre en un área grande, se puede observar que el tejido está seccionado.

El procedimiento anterior funciona elegantemente en tejido magro, pero es menos eficaz en el tejido graso debido a que hay menos componentes iónicos para ayudar el paso de los electrones. Esto significa que la energía requerida para vaporizar el contenido de las células es mucho mayor, ya que el calor latente de vaporización de la grasa es mucho mayor que el calor latente de vaporización del agua. La coagulación por RF funciona aplicando una forma de onda menos eficiente al tejido, de tal manera que, en lugar de vaporizarse, el contenido celular se calienta a aproximadamente 65 °C, secando el tejido por desecación y desnaturizando las proteínas de las paredes de los vasos. Esta desnaturalización actúa como estímulo de la cascada de coagulación, por lo que se mejora la coagulación. Al mismo tiempo se desnaturaliza el colágeno de la pared, pasando de una molécula en forma de varilla a una en forma de espiral, lo que hace que el vaso se contraiga y reduzca su tamaño, dando al coágulo un punto de anclaje y una superficie más pequeña que taponar.

Sin embargo, la coagulación por RF es menos eficaz cuando hay grasa presente, debido a que el efecto eléctrico disminuye. Por tanto, puede ser muy difícil sellar los vasos sangrantes grasos. En lugar de tener márgenes blancos limpios, el tejido tiene una apariencia ennegrecida y quemada.

El documento GB2487288A divulga un instrumento electroquirúrgico sellador de vasos. Comprende una punta de instrumento que tiene un par de elementos de sujeción opuestos que son móviles para sujetar un vaso que se va a sellar. Los elementos de sujeción incluyen una estructura de suministro de energía capaz de suministrar energía electromagnética (EM) de radiofrecuencia (RF) localizada y energía EM de microondas por separado o simultáneamente al interior del recipiente. La energía EM de RF y la energía EM de microondas se reciben en la estructura de suministro de energía desde un cable coaxial. Cada estructura de suministro de energía comprende un primer y un segundo elemento conductor separado por una capa dieléctrica plana. Los elementos conductores primero y segundo están dispuestos en la superficie opuesta del respectivo elemento de sujeción. Actúan como electrodos activos y de retorno para transferir energía EM de RF al tejido biológico por conducción, y como una antena para irradiar energía EM de microondas al tejido biológico desde la superficie opuesta.

El documento EP2233098A1 divulga unos fórceps de microondas para sellar tejido. El fórceps incluye un elemento de eje que tiene un conjunto efector terminal dispuesto en un extremo distal del mismo. El conjunto efector final incluye elementos de mordaza opuestos que se pueden mover desde una primera posición en relación espaciada entre sí hasta al menos una posición posterior en donde los elementos de mordaza cooperan para agarrar el tejido entre los mismos. Cada uno de los elementos de mordaza incluye una superficie de sellado, en donde una de las superficies de sellado incluye una o más antenas de microondas acopladas a una fuente de energía de microondas.

El documento EP2436328A1 divulga un instrumento electroquirúrgico bipolar. El instrumento electroquirúrgico bipolar incluye un primer y un segundo eje, teniendo cada uno de los cuales un elemento de mordaza que se extiende desde un extremo distal del mismo y un mango dispuesto en un extremo proximal del mismo para efectuar el movimiento de los elementos de mordaza entre sí. Un primer cable conductor está adaptado para conectarse a un primer potencial eléctrico y un segundo cable conductor está adaptado para conectarse a un segundo potencial eléctrico. Uno del

primer y segundo cable conductor se extiende a través del pivote para conectarse a un respectivo elemento de mordaza.

El documento EP2556794A1 se refiere a fórceps laparoscópicos o endoscópicos abiertos para sellar tejido que utilizan energía de microondas para determinar la integridad del sellado del tejido.

El documento US 2010/057071 divulga un sistema electroquirúrgico para cortar y coagular tejido que incluye un generador para generar potencia de radiofrecuencia y un instrumento electroquirúrgico.

El documento WO 96/27338 se refiere a tijeras electroquirúrgicas bipolares que tienen un par de hojas unidas para un movimiento relativo en una acción similar a una tijera entre las posiciones abierta y cerrada.

El documento US6193718B1 divulga un instrumento de electrocauterio endoscópico para realizar cirugía en el tejido de un paciente y hacer pasar corriente a través del tejido para provocar su cauterización.

Sumario de la invención

La invención se define en las reivindicaciones independientes. Las reivindicaciones dependientes describen realizaciones preferentes de la invención.

En su forma más general, la presente divulgación se refiere a una herramienta de corte electroquirúrgica que comprende un par de hojas pivotantes que se pueden operar mecánicamente como una tijera o unos alicates, y que tienen estructuras de electrodos capaces de suministrar energía de RF y energía de microondas para cortar y/o coagular el tejido presente en un espacio entre las hojas. En particular, la invención se refiere a mecanismos combinados de accionamiento y suministro de energía que son lo suficientemente compactos como para permitir que la herramienta pueda insertarse a través de un canal de instrumentos de un dispositivo de alcance quirúrgico, tal como un endoscopio, gastroscopio o laparoscopio. El dispositivo también podría usarse para realizar cirugía abierta, es decir, la resección sin sangre de un lóbulo del hígado con la cavidad abdominal abierta.

De acuerdo con un aspecto, una herramienta electroquirúrgica de corte y coagulación tiene: una primera hoja y una segunda hoja, unidas en un punto de pivote, comprendiendo cada hoja un cuerpo plano hecho de un primer material dieléctrico que separa un primer elemento conductor en una primera superficie del mismo de un segundo elemento conductor en una segunda superficie del mismo, estando la segunda superficie orientada en la dirección opuesta a la primera superficie; medios de accionamiento para provocar una rotación relativa entre la primera y la segunda hoja alrededor del punto de pivote para provocar que un espacio entre la primera y la segunda hoja cambie entre una posición abierta y una posición cerrada, siendo la rotación relativa sustancialmente en el plano de las hojas; una línea de transmisión coaxial para suministrar energía de RF y energía de microondas a la primera hoja y a la segunda hoja, teniendo la línea de transmisión coaxial un conductor interior y un conductor exterior separados por un segundo material dieléctrico, en donde: el conductor interior y el conductor exterior están conectados cada uno a uno del primer elemento conductor y el segundo elemento conductor de la primera hoja; el conductor interior y el conductor exterior están conectados cada uno a uno del primer elemento conductor y el segundo elemento conductor de la segunda hoja; el primer elemento conductor y el segundo elemento conductor de cada hoja son capaces de actuar como electrodos activos y de retorno para mantener un campo eléctrico de RF y microondas entre los mismos, el campo eléctrico de RF y microondas correspondiente a la energía de RF suministrada a las hojas por la línea de transmisión coaxial; y el primer elemento conductor y el segundo elemento conductor de cada hoja también pueden actuar como una estructura de antena para irradiar un campo electromagnético de microondas (EM) correspondiente a la energía de microondas suministrada a las hojas por la línea de transmisión coaxial. Aunque este aspecto es capaz de suministrar energía de RF y microondas, la invención puede utilizarse con sólo uno de esos tipos de energía.

La herramienta de corte está configurada preferentemente para suministrar energía de RF y energía de microondas tanto por separado como en combinación entre sí (es decir, simultáneamente). Por consiguiente, la herramienta de corte puede estar conectada para recibir energía de una fuente de energía de microondas y una fuente de energía de RF. Se puede proporcionar una unidad diplexor/duplexor de frecuencia (o sumador de señales) para combinar las señales de RF y microondas. La unidad diplexor/duplexor de frecuencia puede comprender un filtro de paso bajo para evitar que la energía de microondas de alta frecuencia regrese a la fuente de energía de RF de frecuencia más baja, y un filtro de paso alto para evitar que la energía de RF de frecuencia más baja regrese a la fuente de energía de RF de frecuencia más alta. La fuente de energía de microondas y la fuente de energía de RF pueden ser parte de un generador electroquirúrgico, por ejemplo, del tipo divulgado en el documento WO 2012/076844.

La herramienta de corte electroquirúrgica puede tener un tamaño que quepa dentro del canal de un endoscopio, laparoscopio o dispositivo similar. Como tal, es preferible que el diámetro máximo de la herramienta de corte electroquirúrgica (por ejemplo, cuando está en una posición cerrada) sea igual o menor que 10 mm, y más preferentemente igual o menor que 5 mm, e incluso más preferentemente igual o menor que 3 mm. Se prevé que una realización preferida tendrá un diámetro máximo de 2,8 mm. La herramienta electroquirúrgica puede incluir una funda protectora (por ejemplo, catéter o similar) que puede rodear las hojas o incluso extenderse a lo largo de toda la longitud del canal del instrumento.

Las estructuras de la primera hoja y la segunda hoja pueden ser sustancialmente idénticas. Por consiguiente, la divulgación en el presente documento contempla expresamente que cualquier característica descrita con referencia a la primera hoja también puede estar presente en la segunda hoja.

5 Sin embargo, en un ejemplo alternativo, la estructura de hoja definida anteriormente puede proporcionarse en sólo una de las hojas. La otra hoja puede comprender una estructura pasiva, por ejemplo, formada a partir de un material dieléctrico rígido que no afecta a la energía suministrada por la hoja opuesta.

10 El primer elemento conductor y el segundo elemento conductor pueden quedar expuestos sobre las caras de la primera hoja y de la segunda hoja que se oponen entre sí a través del espacio. Estas caras pueden denominarse en el presente documento "bordes cortantes", ya que corresponden a las ubicaciones en las hojas que convencionalmente están asociadas con el corte mecánico. Los bordes cortantes pueden estar dispuestos para realizar corte mecánico, que puede ser asistido por energía de RF suministrada desde el primer y/o el segundo elemento conductor (que pueden denominarse electrodos). En un ejemplo, el corte se realiza de forma totalmente mecánica (por ejemplo, un corte "en frío"), por ejemplo, usando bordes afilados en las hojas. Se puede suministrar energía de microondas para coagular o extirpar tejido antes o después de ejecutar el corte mecánico.

20 Cada borde cortante puede ser un borde recto. El borde cortante de la hoja es preferentemente perpendicular o sustancialmente perpendicular al plano del cuerpo plano de la hoja. Las hojas están montadas preferentemente sobre un eje alrededor del cual pueden girar libremente, teniendo cada hoja un orificio por donde pasa el eje. Las hojas se montan preferentemente en el eje de modo que la superficie interior del orificio y la superficie exterior del eje queden a ras (es decir, en contacto) entre sí.

25 Como se ha analizado anteriormente, dependiendo de la posición del pivote con respecto al borde cortante de la hoja, las primeras superficies de las dos hojas pueden deslizarse una sobre la otra (a modo de tijera), causando el corte en parte por una acción de cizalladura cuando las primeras superficies actúan como superficies de cizalladura y se deslizan una sobre otra. Esta acción a modo de tijera se produce cuando el punto de pivote está ubicado en una posición que está retirada del borde cortante, en dirección perpendicular al borde cortante. En esta configuración a modo de tijera, las primeras superficies de cada hoja están enfrentadas (y pueden estar en contacto) entre sí cuando las hojas están en la posición cerrada, con las segundas superficies de cada hoja de espaldas entre sí, en el exterior de las hojas. En la posición cerrada, los bordes cortantes de cada hoja se han movido uno sobre el otro y, por lo tanto, miran hacia afuera y en direcciones opuestas entre sí, es decir, el borde cortante de la primera hoja mira en una dirección opuesta o sustancialmente opuesta al borde cortante de la segunda hoja.

35 Como alternativa, en una configuración a modo de alicates, cuando el punto de pivote está ubicado en línea con el borde cortante, los bordes cortantes de las hojas se enfrentan entre sí y pueden hacer contacto entre sí cuando las hojas están en la posición cerrada. Por consiguiente, el corte se produce en parte como resultado de la fuerza entre los dos bordes cortantes en contacto. Es preferible que el corte de tejido sea causado principalmente por la energía de RF y no por la acción mecánica de la cizalladura o la fuerza entre las dos hojas. Sin embargo, se prevé que la acción mecánica ayudará al corte. Por consiguiente, por ejemplo, a diferencia de las tijeras o alicates domésticos, es preferible que el borde cortante de la hoja sea plano, sustancialmente plano o curvado (por ejemplo, redondeado), en lugar de afilado. De esta manera, se garantiza que el corte se efectúe principalmente mediante energía de RF, en lugar de fuerza mecánica, lo que lleva a un corte más limpio y más cuidadosamente controlable, lo que tiende a dar como resultado menos sangrado. Esta disposición también reduce el riesgo para el paciente ya que no se introducen cuchillas, superficies o bordes afilados en el paciente. En una posición cerrada en esta configuración, con los bordes cortantes tocándose o casi tocándose, la primera superficie de la primera hoja es adyacente a la segunda superficie de la segunda hoja y viceversa.

50 En las realizaciones, se prefiere que a medida que las hojas se mueven desde una posición abierta a una posición cerrada, los campos eléctricos asociados con cada hoja no se vean indebidamente afectados por los elementos conductores de la hoja opuesta. Por lo tanto, en la configuración a modo de tijera descrita anteriormente, es preferible que, el conductor interior de la línea de transmisión coaxial esté conectado al primer elemento conductor de la primera hoja, y al segundo elemento conductor de la segunda hoja. Asimismo, el conductor exterior de la línea de transmisión coaxial está conectado preferentemente al segundo elemento conductor de la primera hoja y al primer elemento conductor de la segunda hoja.

60 Por el contrario, en una configuración a modo de alicates, a medida que las hojas se mueven una hacia la otra (en lugar de cruzarse entre sí), el primer elemento conductor de la primera hoja se mueve para quedar adyacente al segundo elemento conductor de la segunda hoja, y viceversa. Por lo tanto, en esta configuración es preferible que el conductor interior de la línea de transmisión coaxial esté conectado al primer elemento conductor de la primera hoja, y al primer elemento conductor de la segunda hoja. Asimismo, el conductor exterior de la línea de transmisión coaxial está conectado preferentemente al segundo elemento conductor de la primera hoja y al segundo elemento conductor de la segunda hoja.

65 Aunque las superficies opuestas reciben señales eléctricas que tienen polaridades opuestas, hay poco riesgo de

cortocircuito cuando las hojas se mueven juntas, debido a que, durante el uso, siempre habrá tejido biológico separando las dos hojas. Para garantizar aún más esto, una o ambas hojas pueden incluir un medio espaciador que evita que los bordes cortantes de cada hoja entren en contacto cuando las hojas están cerradas. Los medios espaciadores pueden estar ubicados en una o ambas hojas, asegurando que siempre haya un grado suficiente de separación entre los bordes cortantes de las hojas, incluso en la posición cerrada. Los medios espaciadores pueden comprender un saliente en una o ambas hojas. Cuando los dos campos opuestos de hojas opuestas están muy cerca, se podría mejorar la capacidad de corte o coagulación del dispositivo, ya que la distancia entre las hojas puede ser lo suficientemente pequeña como para crear campos eléctricos entre las hojas que tienen una magnitud similar a los producidos por los elementos conductores en cada hoja individual. En esta disposición, el mecanismo de suministro de energía al tejido es similar al de los dispositivos bipolares de RF convencionales, pero puede ser más eficiente.

En cada hoja, el primer y segundo elemento conductor puede tener la forma de una o más capas de metalización formadas en las superficies opuestas del primer material dieléctrico. Más específicamente, el primer y segundo elemento conductor pueden disponerse para establecer un campo eléctrico local en una región de contacto en la que la punta o el borde del instrumento hace contacto con el tejido biológico. El campo eléctrico local puede ser extremadamente alto, lo que puede provocar que se forme un microplasma (es decir, un plasma térmico caliente) en el borde cortante, donde es mejor desear el contacto con el tejido biológico. Este microplasma puede ser particularmente eficaz en términos de lograr un corte eficiente. Para resistir cualquier efecto adverso causado por el microplasma de alta temperatura, el primer y segundo elemento conductor pueden incluir partes, por ejemplo, regiones chapadas en y adyacentes al borde de corte, que están hechas de material conductor que tiene un alto punto de fusión, por ejemplo, 1500 °C, tal como titanio, tungsteno y similares. El uso de dichos materiales ayuda a garantizar que el primer y segundo elemento conductor no sean erosionados por el microplasma que se genera.

El primer y segundo elemento conductor también pueden incluir porciones de conexión hechas de materiales conductores que tienen puntos de fusión más bajos tales como plata, oro y similares, que se depositan o recubren sobre los conductores de mayor punto de fusión. Las porciones de conexión pueden facilitar la conexión de los conductores interior y exterior de la línea de transmisión coaxial, por ejemplo, mediante soldadura o similar. En una realización, se puede utilizar una capa de semilla de tungsteno de titanio (TiW) con una capa de plata u oro depositada en la parte superior. El material de punto de fusión inferior puede depositarse sobre el material de punto de fusión superior sólo en la región donde se van a unir los conductores interior y exterior de la línea de transmisión coaxial, es decir, solo en el extremo proximal de la hoja y espaciado del borde cortante (donde se formará el microplasma), por ejemplo, rodeando el orificio a través del cual se puede montar la hoja sobre un eje. Esta disposición se deriva del hecho de que el campo eléctrico en el punto donde la línea de transmisión coaxial se conecta a las hojas debe ser relativamente bajo y, por lo tanto, la temperatura en este punto debe ser mucho más baja que el punto de fusión del material con un punto de fusión inferior. Las capas de metalización se fabrican preferentemente a partir de materiales biocompatibles tal como oro, plata y titanio.

El corte de tejido por RF puede producirse en el borde cortante si el primer material dieléctrico tiene una constante dieléctrica mayor que la del aire, y el grosor del primer material dieléctrico en el borde cortante es pequeño, preferentemente 1 mm o menos, por ejemplo, 0,5 mm. Esto garantiza que se permita que la corriente fluya suavemente a lo largo de la trayectoria de retorno preferencial. También produce un campo eléctrico lo suficientemente alto como para producir el microplasma.

Como se ha comentado, la hoja también está dispuesta para recibir energía de frecuencia de microondas desde la línea de transmisión coaxial. Por lo tanto, la línea de transmisión coaxial puede estar dispuesta para transmitir una señal de frecuencia de microondas por separado o simultáneamente con la señal de RF. Por consiguiente, el primer y segundo elemento conductor están dispuestos sobre el primer material dieléctrico para actuar como una antena o electrodo de campo cercano para irradiar radiación EM de microondas correspondiente a la señal de microondas recibida. Los diferentes tratamientos de las señales de microondas y RF son posibles como resultado de que la hoja es "vista" de manera diferente por las diferentes señales de frecuencia. Para la señal de RF, la hoja puede modelarse como un condensador de placas paralelas. El campo eléctrico establecido por la señal de RF entre el primer y segundo elemento conductor puede estar contenido sustancialmente dentro del primer material dieléctrico, retirando los bordes del primer y segundo elemento conductor de, por ejemplo, los bordes exteriores del primer material dieléctrico. Para realizar cortes utilizando la energía de RF, es claramente deseable que el campo se extienda más allá del primer material dieléctrico. Esto se puede lograr extendiendo los bordes del primer y segundo elemento conductor hasta (pero no a través de) el borde cortante de la hoja, en una región designada como porción de corte de RF. A continuación, el campo de RF que se establece entre las dos placas del condensador de placas paralelas (es decir, el primer y segundo elemento conductor separado por el primer material dieléctrico), y acoplado al tejido biológico, al hacer contacto con uno o más bordes de la hoja, puede crear un microplasma controlado y el microplasma puede permitir o mejorar el proceso de corte de tejido por RF. El borde que no participa en la acción de tijera, es decir, frente al borde cortante, está preferentemente desactivado o dispuesto de modo que no suministre energía de RF o microondas al tejido en contacto, esto se puede lograr recortando la metalización alrededor de los bordes que no están involucrados con la acción de tijera.

Por otra parte, para la señal de microondas, la hoja puede modelarse como una línea de transmisión de placas paralelas o una línea de transmisión plana, por ejemplo, teniendo una longitud física igual a un múltiplo de la mitad de

una longitud de onda eléctrica de la energía de microondas. El patrón de radiación de la energía EM de frecuencia de microondas en este caso depende de la forma general de la hoja y de la estructura de alimentación de microondas, es decir, la línea de transmisión coaxial. En este caso, el espacio en el extremo proximal entre la línea de transmisión coaxial y el primer elemento conductor desempeña un papel importante para garantizar que la energía de microondas de la fuente coincida en términos de impedancia con la impedancia de carga presentada por el tejido. La longitud total de la disposición de línea de transmisión plana también es importante en términos de hacer coincidir la impedancia (o suministro de energía) de (o desde) la línea de transmisión coaxial con (o dentro) del tejido biológico, es decir, la estructura puede formar un transformador de impedancia de un cuarto de onda o un resonador de media longitud de onda. Utilizando herramientas de simulación conocidas, la geometría se puede ajustar para controlar desde qué bordes se irradia la energía EM de frecuencia de microondas. La simulación preferida es CST Microwave Studio.

La apertura y el cierre de las hojas se pueden realizar de numerosas maneras. En particular, es preferible que al menos parte de los medios de accionamiento sean móviles con respecto al punto de pivote. Más específicamente, es preferible que al menos parte de los medios de accionamiento sean móviles con respecto al punto de pivote en una dirección que sea paralela o sustancialmente paralela a un eje longitudinal de la línea de transmisión coaxial. Los medios de accionamiento incluyen preferentemente una o más varillas de empuje dispuestas para hacer contacto con parte de las hojas, las varillas de empuje son controlables desde una posición que está de manera sustancial proximalmente retirada de las propias hojas. De esta manera, la apertura y cierre de las hojas puede ser efectuada por un usuario cuando el extremo distal de la herramienta de corte está en uso dentro de un paciente.

El conductor interior de la línea de transmisión coaxial puede ser hueco, es decir, definir un canal que discurra a través del mismo. El canal puede usarse para transportar material hacia o desde el instrumento, por ejemplo, para proporcionar o retirar fluido del sitio de tratamiento o para transportar parte de los medios de accionamiento, por ejemplo, un alambre de empuje o una varilla de control. También puede contener un sensor de imagen e iluminación para ayudar a localizar el tejido que se va a someter a resección o cortar/coagular, esto es de particular interés para aplicaciones endoscópicas o laparoscópicas, en este caso particular, el dispositivo de tijera también puede realizar la función de un endoscopio, gastroscopio o laparoscopio. Los medios de accionamiento pueden incluir además uno o más alambres de control dispuestos para dirigir el instrumento.

Los medios de accionamiento pueden comprender un elemento de accionamiento que sea móvil con respecto al punto de pivote. Por ejemplo, el elemento de accionamiento puede incluir una varilla de empuje que está operativamente conectada a la primera hoja y/o a la segunda hoja. El elemento de accionamiento puede estar conectado de manera deslizante a la línea de transmisión coaxial para garantizar que su trayectoria de movimiento longitudinal esté bien definida a lo largo de, por ejemplo, si se extiende a través del canal de instrumentos de un dispositivo de alcance quirúrgico.

En un ejemplo, los medios de accionamiento pueden comprender una disposición de leva dispuesta para efectuar la rotación relativa de las hojas. En este caso, una "disposición de leva" se refiere a una disposición por la cual el movimiento lineal de un componente se convierte en movimiento giratorio de la primera y/o segunda hoja como resultado del deslizamiento del componente contra una parte determinada de la hoja.

La disposición de leva puede comprender: una varilla de empuje montada para deslizarse longitudinalmente con respecto al punto de pivote, y una trayectoria de guía formada en la primera hoja, en donde la varilla de empuje está acoplada operativamente con la trayectoria de guía, y en donde la trayectoria de guía está desplazada de la dirección longitudinal, de tal manera que el movimiento longitudinal de la varilla de empuje con respecto al punto de pivote hace que la primera hoja pivote con respecto al punto de pivote. La trayectoria de guía puede ser una pista lineal que se extiende en una dirección que está desplazada del punto de pivote, por ejemplo, en ángulo con respecto a la dirección longitudinal. La varilla de empuje puede estar limitada de modo que pueda moverse sólo en la dirección longitudinal, y puede comprender un seguidor montado en la pista lineal y obligado a descansar sobre la misma. Para que la intersección entre el seguidor y la trayectoria de guía permanezca alineada con la dirección longitudinal de la varilla de empuje, la trayectoria de guía debe cambiar de orientación a medida que se mueve el seguidor.

La disposición de leva se puede aplicar en ambas hojas, o se puede aplicar en una sola hoja, en cuyo caso las hojas pueden estar articuladas de manera que garanticen que se mueven simétricamente alrededor del punto de pivote.

La trayectoria de guía puede tener la forma de un rebaje en la superficie de la hoja, o alternativamente, la forma de un orificio o ranura a través de la hoja, y el seguidor puede tener la forma de un saliente en un extremo distal de cada una de las varillas de empuje. El movimiento alternativo de la varilla de empuje, es decir, el movimiento hacia delante y hacia atrás que es sustancialmente lineal, hace que el punto de contacto del saliente y la trayectoria de guía cambien, y las trayectorias de guía preferentemente tienen una forma de modo que el cambio en el punto de contacto a medida que el saliente se desliza a lo largo de la trayectoria de guía provoca la rotación de la hoja alrededor del punto de pivote (fijo). Por ejemplo, la trayectoria de guía puede ser sustancialmente lineal y estar orientada oblicuamente con respecto a la dirección de movimiento hacia adelante/atrás de la varilla de empuje. Naturalmente, para que las hojas giren en direcciones opuestas alrededor del punto de pivote, la trayectoria de guía en una hoja puede estar inclinada en el sentido opuesto a la trayectoria de guía en la otra hoja. Al conectar las hojas de esta manera, es posible un alto nivel de control y se reduce el número de piezas móviles. En una realización alternativa que también emplea una

disposición de leva, la trayectoria de guía puede tener la forma de una región elevada en la superficie de la hoja, y la varilla de empuje puede tener un rebaje correspondiente en su extremo distal. En este caso, el principio de funcionamiento permanece sin cambios respecto a la disposición de ranura/saliente.

- 5 En la realización anterior, las varillas de empuje están ubicadas preferentemente en el extremo de una estructura de tubo hueco o camisa que rodea la línea de transmisión coaxial, cuya superficie interior está preferentemente a ras con una superficie exterior de la línea de transmisión coaxial. En una realización preferida, el tubo está fijado en posición con respecto a la línea de transmisión coaxial, y las varillas de empuje pueden moverse hacia adelante y hacia atrás dentro de los canales del tubo en los que están ubicadas. Alternativamente, el tubo puede estar hecho de un material
10 que le permita deslizarse hacia adelante y hacia atrás a lo largo de la superficie exterior de la línea de transmisión coaxial con facilidad, para lograr el accionamiento moviendo el tubo, en lugar de moviendo las varillas de empuje dentro del tubo.

- 15 Las dos varillas de empuje se extienden preferentemente desde una superficie extrema distal del tubo. Debido a que las hojas, y más importantemente el punto de pivote, están conectados de forma rígida o sustancialmente rígida a la línea de transmisión coaxial, el movimiento del tubo y las varillas de empuje con respecto a la línea de transmisión coaxial y el punto de pivote es capaz de accionar la apertura y el cierre de las hojas como se ha analizado. Al utilizar una estructura tubular, que se desliza a lo largo de la superficie exterior de la línea de transmisión coaxial o en la que se deslizan las propias varillas de empuje, la dirección de movimiento de las varillas de empuje está obligada a ser
20 paralela o sustancialmente paralela al eje longitudinal de la línea de transmisión coaxial en su extremo distal, permitiendo un mejor control. Tener una estructura de tubo con una varilla de empuje para cada hoja como se describe en el presente documento presenta una mejora con respecto, por ejemplo, a una única varilla de empuje que se enrolla alrededor de la línea de transmisión coaxial. Dicha estructura, cuando el dispositivo está contenido dentro de un catéter, tiende a empujar hacia los bordes exteriores del catéter y, posteriormente, da lugar a una relación inconsistente entre el movimiento de deslizamiento y el grado de apertura de las hojas. Dicha imprecisión es indeseable, por ejemplo, en procedimientos de resección quirúrgica delicados.
25

- En algunos casos, dependiendo, por ejemplo, del ángulo de la trayectoria de guía con respecto a la dirección de movimiento de las varillas de empuje y de la rigidez del punto de pivote entre las dos hojas, a medida que el saliente
30 (o rebaje) de la varilla de empuje se mueve hacia delante y hacia atrás en la trayectoria de guía, puede experimentar una fuerza resistiva desde los bordes del recorrido de guía que tiende a separar las dos varillas de empuje, en lugar de abrir las hojas. Para evitar dichas separaciones, lo que puede provocar el debilitamiento o la rotura de las varillas de empuje, pueden conectarse mediante una estructura de refuerzo.

- 35 Dependiendo de las dimensiones específicas de la disposición de levas como se ha descrito anteriormente, un movimiento de 3,5 mm de las varillas de empuje puede traducirse en una apertura de 7 mm cuando las hojas están en la posición completamente abierta. En situaciones en las que esta separación o nivel de control sea insuficiente, se puede fijar un mango con engranaje al extremo proximal de la estructura del tubo. Esto evita la necesidad de utilizar hojas más largas, lo que puede provocar problemas cuando la herramienta debe insertarse en un paciente mediante un endoscopio.
40

- En una disposición alternativa, que también puede hacer uso de la estructura de tubo que tiene dos varillas de empuje, las varillas pueden estar hechas de un alambre (o similar) que está conectado rígidamente a la hoja en el pivote. El alambre preferentemente tiene forma, por ejemplo, está doblado, de modo que el movimiento hacia delante y hacia
45 atrás del alambre haga girar la hoja alrededor del pivote, por ejemplo, como un picaporte. Preferentemente, el alambre está preformado en una forma curva, y preferentemente la porción del alambre que hace contacto con la hoja es la parte que tiene el mayor desplazamiento angular con respecto a la dirección del movimiento hacia delante y hacia atrás de las varillas de empuje. En una realización preferida, el alambre está hecho de nitinol. Esta disposición tiene la ventaja de que es más sencilla de fabricar que la disposición de leva.

- 50 En otro ejemplo, los medios de accionamiento pueden comprender una articulación que tiene un extremo proximal conectado de forma pivotante a la varilla de empuje y un extremo distal conectado de forma pivotante a la primera hoja en una ubicación desplazada del punto de pivote. Cada hoja puede tener un brazo que se extiende desde su extremo proximal para proporcionar la ubicación para conectarse a la articulación. El brazo puede estar conectado al
55 extremo distal de una varilla de empuje a través de la articulación. La articulación tiene preferentemente la forma de una pieza sustancialmente lineal de material rígido que está conectada de manera pivotante a la varilla de empuje en su extremo proximal y al brazo de la hoja en su extremo distal. En esta disposición, debido a que la articulación establece una distancia fija entre el extremo de la varilla de empuje y el brazo de la hoja, el movimiento relativo entre el punto de pivote y la varilla de empuje hace que el ángulo entre el brazo de la hoja y la articulación aumente/disminuya
60 (dependiendo de la dirección del movimiento de la varilla de empuje) y, por lo tanto, puede provocar la apertura/cierre de las hojas. Preferentemente, cada hoja está conectada a una articulación diferente, estando ambas articulaciones conectadas de manera pivotante al extremo distal de la varilla de empuje en el mismo punto. De esta manera, se consigue una disposición simétrica de las dos hojas, ayuda a garantizar que la varilla de empuje solo pueda moverse en dirección adelante-atrás, sin desviarse hacia los lados. Esta disposición de articulación es una disposición robusta, con riesgo reducido de doblez o rotura de la varilla de empuje u otros componentes. Para que funcione bien, la varilla de empuje en la disposición de articulación debe estar ubicada en el centro, en lugar de periféricamente. Esto se
65

puede lograr teniendo un conductor interior hueco de la línea de transmisión coaxial, que tiene un canal que discurre a través del mismo. En este caso, si se utiliza una varilla de empuje de metal, por ejemplo, un alambre de nitinol o similar, puede estar eléctricamente aislado de la superficie interior del canal. Esto se puede hacer utilizando un revestimiento aislante en la superficie interior del canal, o en la superficie exterior de la varilla de empuje, o ambas.

5 En otro ejemplo, la varilla de empuje puede comprender un alambre que tiene una porción distal curvada preformada que está fijada rigidamente a la primera hoja.

10 La herramienta puede comprender un medio de empuje dispuesto para impulsar la primera hoja y la segunda hoja hacia la posición abierta. El medio de empuje puede ser un resorte (por ejemplo, un resorte helicoidal o un resorte de lámina) presente entre las hojas. Los medios de empuje están dispuestos preferentemente para mantener las hojas en una posición abierta.

15 Los medios de accionamiento pueden incluir un collar que está montado de manera deslizable con respecto a la primera hoja y la segunda hoja, estando el collar móvil entre una primera posición en la que encierra las hojas para mantenerlas en la posición cerrada, y una segunda posición en la que las hojas quedan expuestas para permitir que se abran. El collar tiene preferentemente un diámetro mayor que la anchura máxima de las hojas cuando están en posición cerrada. En una primera posición, el collar puede encerrar las hojas, para mantenerlas en una posición cerrada o parcialmente cerrada, reduciendo así el riesgo de lesiones a un paciente.

20 A continuación, a medida que el collar se mueve hacia atrás a una segunda posición, a medida que más hojas quedan expuestas, se les permite abrirse en mayor medida, a medida que cambia el punto de contacto entre el borde exterior de la hoja y el labio del collar. Más específicamente, en la segunda posición, parte de las hojas que estaban encerradas en la primera posición quedan expuestas, permitiendo la exposición que las hojas se abran en mayor medida. Al igual que la realización que emplea un alambre para accionar la apertura y el cierre de las hojas, esta realización también
25 tiene una estructura más simple que los mecanismos de leva y articulación, con menos piezas móviles y menos alambres guía o barras de empuje.

30 Las hojas pueden montarse en una estructura de horquilla que está ubicada en el extremo distal de la herramienta de corte, comprendiendo la estructura de horquilla una base para fijarse a la línea de transmisión coaxial, y una carcasa que define un rebaje longitudinal para recibir la primera hoja y la segunda hoja.

35 La estructura de horquilla puede ser una pieza de material tal como acero inoxidable con un rebaje central, para darle un perfil lateral sustancialmente en forma de U. En una realización preferida, las hojas pivotan alrededor de un eje que se extiende desde un lado del rebaje al otro, el eje ubicado preferentemente hacia el extremo distal de la estructura de horquilla, de modo que la mayor cantidad posible de la hoja pueda quedar expuesta al tejido biológico circundante. El eje puede sellarse en su lugar con un pasador en cada extremo. La anchura del rebaje en una dirección perpendicular a los planos de las hojas es preferentemente de manera aproximada la misma que el grosor total de las dos hojas contenidas entre los mismos. De esta manera, las paredes interiores del rebaje proporcionan soporte adicional para las hojas y garantizan que, durante el uso, estén forzadas a moverse únicamente en un plano, en lugar
40 de tambalearse en una dirección perpendicular a ese plano. El suelo en la base del rebaje debe tener un área lo suficientemente grande como para que tanto el conductor interior como el exterior del cable coaxial puedan quedar expuestos, para que puedan formar conexiones con el primer y el segundo elemento conductor de cada hoja. El suelo del rebaje es preferentemente sustancialmente plano, aunque puede ser curvo. La estructura de horquilla es preferentemente cilíndrica, para formar una superficie continua, sin bordes afilados, con la superficie exterior de la
45 línea de transmisión coaxial. La estructura de horquilla puede incluir además una porción semiesférica u otra porción curva en su extremo distal, también para eliminar bordes afilados que pueden causar lesiones a un paciente cuando la herramienta de corte está en uso.

50 En realizaciones que incluyen una o más varillas de empuje, por ejemplo, cuando los medios de accionamiento incluyen una leva, las paredes interiores del rebaje de la estructura de horquilla incluyen preferentemente una o más guías, por ejemplo, ranuras que soportan las varillas de empuje durante el movimiento hacia delante y hacia atrás. Esto ayuda a evitar que las varillas de empuje se doblen o se separen.

55 Las conexiones eléctricas entre el conductor interior y el conductor exterior de la línea de transmisión coaxial y el primer elemento conductor y el segundo elemento conductor en cada una de la primera hoja y la segunda hoja se pueden realizar a través del eje, que es el punto de menor movimiento cuando las hojas giran entre sí. Por consiguiente, cuando las hojas están montadas sobre un eje, la conexión entre el conductor interior/exterior y los elementos conductores en la superficie de cada hoja se realiza preferentemente a través de estructuras conductoras ubicadas en una superficie exterior del eje. De forma correspondiente, la superficie interior del orificio de cada hoja
60 puede incluir un revestimiento conductor que está conectado eléctricamente al elemento conductor en la correspondiente superficie de esa hoja. En una realización preferida, el primer elemento conductor en la primera superficie de la hoja puede extenderse sobre la superficie interior del orificio (a través del cual pasa el eje) de la hoja. De manera similar, el segundo elemento conductor en la segunda superficie de la hoja también puede extenderse sobre la superficie interior del orificio. Para evitar un cortocircuito, la metalización de la primera superficie y la metalización de la segunda superficie que se extienden sobre la superficie interior del orificio deben estar eléctricamente aisladas entre sí. Esto se logra más fácilmente dejando un espacio entre los mismos y haciendo el eje
65

de un material aislante. Para conectarse a los conductores de la línea de transmisión coaxial, el conductor interior puede extenderse axialmente dentro del espacio entre las dos hojas y hacer contacto con una funda conductora, o, en ejemplos no reivindicados, un revestimiento o tira conductora en la superficie exterior del eje. El revestimiento conductor se extiende dentro de la porción del eje que está en contacto con la metalización en la superficie interior del orificio de la primera hoja para establecer una conexión eléctrica entre el conductor interior y la metalización en la primera superficie de la hoja. De la misma manera, el conductor exterior, o una longitud de material conductor que está conectado al conductor exterior, puede extenderse axialmente y hacer contacto con un revestimiento o tira conductora en la parte del eje que está en contacto con la superficie interior del orificio de la primera hoja, para establecer una conexión eléctrica entre el conductor exterior y la metalización en la segunda superficie de la hoja.

Lo mismo se aplica a la segunda hoja, excepto que el conductor exterior y el conductor interior, o las tiras de material conductor que están conectadas a cada uno, deben cruzarse, para que el conductor exterior esté en contacto eléctrico con la primera superficie de la segunda hoja, y el conductor interior esté en contacto eléctrico con la segunda superficie de la segunda hoja. Esto se logra mejor teniendo tiras de material conductor que se extiendan desde los extremos distales de cada conductor, que son capaces de cruzarse entre sí sin entrar en contacto debido a la naturaleza tridimensional del dispositivo. En algunas realizaciones, se pueden ubicar tiras de material conductor que se extienden desde uno o ambos del conductor interior y el conductor exterior de la línea de transmisión en las paredes internas de la estructura de horquilla para garantizar que no se doblen o rompan durante el uso.

En una realización alternativa, el punto de contacto eléctrico puede no estar en el pivote, pero puede estar en la primera/segunda superficie de la propia hoja. Por su propia naturaleza, durante la rotación de las hojas alrededor del pivote, estas piezas se moverán una distancia mayor que la superficie interior del orificio de cada hoja. Por consiguiente, en algunas realizaciones, la forma de la metalización en cada superficie de cada hoja debe seleccionarse para garantizar que se mantenga el contacto con el conductor interior/exterior de la línea de transmisión coaxial en todo momento durante el movimiento de la hoja, para mantener un contacto uniforme mientras la herramienta de corte está en uso.

En otras realizaciones, en donde el conductor interior está conectado a la primera superficie de cada hoja, y el conductor exterior está conectado a la segunda superficie de cada hoja, se prevén estructuras similares, pero más simples, en donde las tiras de material conductor no necesitan cruzarse entre sí de ninguna manera. Por ejemplo, el conductor interior puede simplemente bifurcarse en dos y extenderse entre las dos hojas, conectándose eléctricamente con las mismas ya sea a través de una funda conductora en el eje o conectándose directamente con la hoja. De la misma manera, una tira conductora puede extenderse desde cada lado de la superficie extrema del conductor exterior, cada tira conductora se extiende dentro del espacio entre la pared de horquilla y la segunda superficie de la hoja (que está en el exterior) y forma un contacto eléctrico ya sea con el elemento conductor en las superficies de las hojas o mediante una funda conductora en el eje. Esta configuración se puede emplear, por ejemplo, en la configuración a modo de alicates donde los bordes cortantes pueden encontrarse cara a cara cuando las hojas están en la posición cerrada.

Como alternativa al suministro de señales de RF y/o microondas desde ambas hojas simultáneamente, en algunas realizaciones, las señales pueden alternarse entre las hojas. Esto se puede lograr teniendo una entrada separada en cada una de las hojas. Por tanto, de acuerdo con un segundo aspecto, se proporciona una herramienta de corte electroquirúrgica que tiene: una primera hoja y una segunda hoja unidas en un punto de pivote, comprendiendo cada hoja un cuerpo plano hecho de un primer material dieléctrico que separa un primer elemento conductor en una primera superficie de un segundo elemento conductor en una segunda superficie, estando la segunda superficie orientada en la dirección opuesta a la primera superficie; medios de accionamiento para provocar la rotación relativa entre la primera y segunda hoja alrededor del punto de pivote, entre una posición abierta y una posición cerrada, siendo la rotación relativa sustancialmente en el plano de las hojas; una primera línea de transmisión coaxial que tiene un primer conductor interior y un primer conductor exterior separados por un segundo material dieléctrico, la primera línea de transmisión coaxial dispuesta para suministrar señales de frecuencia de RF y microondas para la primera hoja, en donde el primer conductor interior y el primer conductor exterior están conectados respectivamente al primer elemento conductor y al segundo elemento conductor de la primera hoja, una segunda línea de transmisión coaxial que tiene un segundo conductor interior y un segundo conductor exterior separados por un tercer material dieléctrico, la segunda línea de transmisión coaxial dispuesta para suministrar señales de frecuencia de RF y microondas a la segunda hoja, en donde el segundo conductor interior y el segundo conductor exterior están conectados respectivamente al primer elemento conductor y al segundo elemento conductor de la segunda hoja, y en donde: el primer elemento conductor y el segundo elemento conductor de cada hoja son capaces de actuar como activos y electrodos de retorno para mantener un campo eléctrico de RF entre los mismos, el campo eléctrico de RF correspondiente a la señal de RF suministrada a la primera y segunda hoja por la primera y segunda línea de transmisión coaxial respectivamente, y el primer elemento conductor y el segundo elemento conductor también pueden actuar como una estructura de antena para irradiar un campo de EM de frecuencia de microondas correspondiente a la señal de microondas suministrada a la primera hoja y a la segunda hoja por la primera y segunda línea de transmisión coaxial respectivamente.

Cuando sea compatible, las características presentadas anteriormente también se aplican al segundo aspecto. En particular, esta disposición es compatible con todas las estructuras de hoja expuestas anteriormente, y todos los mecanismos de accionamiento pueden utilizarse con esta estructura. La estructura de horquilla también es totalmente

compatible con las realizaciones del segundo aspecto. Las conexiones eléctricas entre los conductores de las líneas de transmisión coaxiales se simplifican aún más con respecto a la herramienta de corte electroquirúrgica del primer aspecto debido a que no es necesario cruzar las tiras conductoras. Las conexiones aún pueden realizarse mediante fundas conductoras en el eje o por contacto directo con los elementos conductores en la superficie de las hojas. En realizaciones en las que la conexión se realiza mediante fundas conductoras, o, en ejemplos no reivindicados, revestimientos o tiras en el eje, dichos recubrimientos, fundas o tiras que están conectados a diferentes hojas están preferentemente aislados eléctricamente entre sí para garantizar que las señales que se suministran a la primera hoja no lleguen a la segunda hoja y viceversa, es decir, para garantizar que solo una hoja esté activa en un momento dado.

La primera y segunda línea de transmisión coaxial están contenidas preferentemente en un catéter o similar, y preferentemente están unidas a los lados del catéter. Los medios de accionamiento pueden tener la forma de una disposición de leva, en donde una camisa o estructura de tubo similar que contiene varillas de empuje como se ha descrito anteriormente está ubicada en la superficie exterior del catéter. La camisa o estructura de tubo también puede estar ubicada en una superficie interior del catéter. Como alternativa, una varilla de empuje central puede estar ubicada dentro del espacio o canal entre la primera y segunda línea de transmisión coaxial, como en el caso de la disposición de articulación descrita anteriormente.

Para alternar el suministro de señales de microondas y/o RF entre la primera y la segunda hoja, la herramienta puede incluir además medios de alternancia configurados para alternar el suministro o señales de microondas/RF entre la primera y la segunda hoja. El medio de alternancia tiene preferentemente la forma de un interruptor coaxial alterno, por ejemplo, un interruptor de doble tiro unipolar, que está conectado entre una salida de un generador de microondas y/o de señal, y los extremos de las líneas de transmisión coaxiales, en donde el polo está configurado para alternar rápidamente entre los dos tiros, uno conectado a cada una de las líneas de transmisión coaxiales. Al alternar el suministro de energía entre las dos hojas, es posible utilizar líneas de transmisión estándar de 50 Ω sin necesidad de transformadores de impedancia. También existen ventajas relacionadas con la ruptura de tensión, ya que la tensión máxima debe reducirse a la mitad. En una realización preferida, el interruptor coaxial alterno puede funcionar a 50 Hz, es decir, tener un ciclo de 20 ms.

En otro aspecto, un aparato electroquirúrgico incluye: un generador electroquirúrgico dispuesto para generar energía de RF y energía de microondas; y una herramienta de corte electroquirúrgica como se ha establecido anteriormente (es decir, de acuerdo con el primer o segundo aspecto descrito en el presente documento) conectada para recibir energía de RF y energía de microondas del generador electroquirúrgico. El aparato puede incluir un alternador de señal dispuesto para conmutar alternativamente energía de RF o energía de microondas desde el generador electroquirúrgico entre la primera hoja y la segunda hoja.

El alternador de señal puede funcionar para cambiar la energía de microondas y/o RF entre las dos hojas. Esto puede permitir que se suministre más potencia en el extremo distal del dispositivo, evitando al mismo tiempo el riesgo de cortocircuito de las hojas. El alternador de señales puede ser un elemento de conmutación, por ejemplo, comprende una cualquiera de un interruptor coaxial, diodo PIN e interruptor de alimentación de diodo varactor. El interruptor puede estar contenido en la pieza de mano o puede estar ubicado en el extremo distal donde están ubicadas las hojas.

Puede ser deseable cambiar la energía suministrada a la primera y segunda hoja en menos de 1 segundo o incluso menos de 100 ms, para que el suministro de energía parezca casi continuo. En un ejemplo, se puede suministrar una ráfaga de energía de 150 ms desde una primera hoja, seguido de 100 ms, después de lo cual se suministra una ráfaga de 150 ms desde la segunda hoja. En esta disposición, aún es posible obtener ventajas al tener dos hojas separadas que pueden suministrar energía de RF y microondas.

A lo largo de la presente solicitud, la RF puede significar una frecuencia fija estable en el intervalo de 10 kHz a 300 MHz y la frecuencia de microondas puede significar una frecuencia fija estable en el intervalo de 300 MHz a 100 GHz. La energía de RF debe tener una frecuencia lo suficientemente alta como para evitar que la energía provoque la estimulación nerviosa y lo suficientemente baja como para evitar que la energía provoque el blanqueo del tejido o un margen térmico innecesario o daño a la estructura del tejido. Las frecuencias puntuales preferidas para la energía de RF incluyen una o más de: 100 kHz, 250 kHz, 400 kHz, 500 kHz, 1 MHz, 5 MHz. Las frecuencias puntuales preferidas para la energía de microondas incluyen 915 MHz, 2,45 GHz, 5,8 GHz, 14,5 GHz y 24 GHz.

Asimismo, a lo largo de la presente solicitud, cuando se utilizan los términos "conductor", "conductivo", y la expresión "que conduce" y similares, esto debe entenderse como conductor eléctrico a menos que se indique claramente lo contrario.

Breve descripción de los dibujos

Las realizaciones de la invención se analizan con detalle a continuación haciendo referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

La Figura 1 muestra una herramienta de corte de acuerdo con una realización de un primer aspecto;
Las Figuras 2A a 2C muestran vistas superior y lateral de una estructura de horquilla y el extremo distal de un

cable coaxial, que puede utilizarse en las realizaciones descritas en el presente documento;

Las Figuras 3A a 3E muestran una herramienta de corte de acuerdo con una realización de la presente invención, con varias capas recortadas, para mostrar el mecanismo de accionamiento interno de esa realización;

Las Figuras 4A a 4E muestran una herramienta de corte de acuerdo con una realización en etapas sucesivas del movimiento de las hojas desde una configuración abierta a una cerrada;

Las Figuras 5A y 5B muestran un mecanismo de accionamiento que puede utilizarse en las realizaciones;

Las Figuras 6A y 6B muestran otro mecanismo de accionamiento que puede utilizarse en las realizaciones;

Las Figuras 7A a 7E son secciones transversales esquemáticas que muestran las conexiones eléctricas entre las líneas de transmisión coaxiales y los elementos conductores de las hojas;

La Figura 8 muestra una herramienta de corte electroquirúrgica, de acuerdo con una realización de un segundo aspecto;

La Figura 9 es una vista en perspectiva superior de una estructura de hoja simulada para una herramienta de corte que es otra realización;

La Figura 10 es una vista en perspectiva inferior de la estructura de hoja mostrada en la Figura 9;

La Figura 11 es un gráfico que muestra la pérdida de retorno de la estructura de hoja mostrada en la Figura 9 cuando se suministra energía de microondas al tejido biológico; y

La Figura 12 es una simulación de la densidad de potencia para la estructura de hoja mostrada en la Figura 9 cuando está en contacto con tejido biológico.

Descripción detallada de los dibujos

Las Figuras 1 a 4E muestran varias vistas de una herramienta de corte 1 de acuerdo con una realización. La herramienta de corte 1 se puede dividir en términos generales en cuatro secciones: disposición de hoja 10, estructura de horquilla 40, mecanismo de accionamiento 60 y línea de transmisión coaxial 80. Estas partes se describirán a su vez con referencia a los dibujos relevantes. Se utilizan los mismos números de referencia en todas las Figuras 1 a 4E, por las mismas características.

La Figura 1 muestra una vista en perspectiva de una herramienta de corte 1 que incluye las cuatro secciones descritas anteriormente. La disposición de hojas 10 está formada por una primera hoja 12a y una segunda hoja 12b. Las hojas 12a, 12b son sustancialmente idénticas y están montadas en la herramienta de corte 1 mirando en direcciones opuestas. Puesto que las hojas son sustancialmente idénticas, las características solo están etiquetadas con respecto a una hoja, u la otra, aparte de donde es útil diferenciar entre las dos hojas. En este caso, los números de referencia de las características de la primera hoja se indican "a" y los números de referencia de las características de la segunda hoja se indican "b". En la siguiente descripción, estos se omiten ya que las características estructurales de cada hoja son las mismas.

La hoja 12 consiste en dos partes principales, una parte de pivote 13 y una parte de hoja 15. Como se puede ver en las Figuras 4A a 4E, la parte de hoja 15 está retirada de (es decir, está ubicada proximal a) la parte de pivote 13. Esto se describe con más detalle más adelante. La parte de hoja 15 de cada hoja 2 es un cuerpo cerámico plano que tiene un borde cortante recto 14 que define una parte frontal de la hoja 12 y un borde trasero curvado 16 opuesto al borde cortante. El borde cortante 14 define una superficie de corte plana 18. Un primer electrodo en forma de una capa de metalización 20 está presente en la superficie superior 21 de la hoja. También está presente una capa de metalización similar en la superficie inferior de la hoja, para formar un segundo electrodo (no mostrado en los dibujos). La metalización 20 tiene una forma similar a la propia parte de hoja 15. El borde frontal 22 de la metalización 20 se extiende hasta el borde cortante 14 de la parte de hoja 15, pero no se extiende hasta la superficie de corte. El borde posterior 24 de la metalización 20 está curvado y discurre generalmente paralelo al borde posterior 16 de la parte de hoja 15. El borde posterior 24 de la metalización está separado del borde posterior 16 de la parte de hoja 15 de modo que cuando la herramienta de corte 1 esté en uso, aparece un campo eléctrico nulo o insignificante en la superficie posterior, donde no se desea corte/coagulación. De la misma manera, el borde frontal 22 de la metalización 20 se extiende hasta el borde cortante 14 de la parte de hoja 15 de modo que se puede generar un campo eléctrico de RF de alta energía entre el primer y segundo electrodo de la hoja 2, a lo largo de la superficie de corte 18.

La parte de pivote 13 es un cuerpo plano sustancialmente rectangular, con esquinas curvas, que está unido a un extremo proximal 17 de la parte de hoja 15. Un orificio 26 atraviesa la parte de pivote 13, para recibir un eje 54 alrededor del cual la hoja 2 puede girar libremente. La parte de pivote 13 también incluye una ranura alargada 28, que está orientada oblicuamente con respecto al borde cortante 14. El propósito de la ranura 28 se describe con más detalle a continuación, durante la discusión sobre el funcionamiento de la herramienta de corte 1. También está presente una muesca 29 en la región entre la parte de pivote 13 y la parte de hoja 15.

La parte de hoja 15 está retirada de la parte de pivote 13, en el plano de la página, cuando se mira, por ejemplo, en la Figura 1. De esta manera, la primera hoja 12a y la segunda hoja 12b pueden montarse en la herramienta de corte 1, de modo que cuando se giran a una posición cerrada (es decir, la posición que se muestra en la Figura 4E), los bordes cortantes 18a, 18b se encuentran cara a cara, al igual que los bordes de un par de alicates, en lugar de deslizarse uno sobre el otro, como lo harían los bordes de unas tijeras.

Las Figuras 2A a 2C muestran la estructura de horquilla 40, en la que se montan las hojas, con más detalle. La

estructura de horquilla 40 está formada por un cilindro 40a de, por ejemplo, acero inoxidable, que tiene un extremo distal abovedado 40b. Un rebaje 44 que tiene una sección transversal rectangular (véase la Figura 2C en particular) recorre casi toda la longitud de la estructura de horquilla 40, definiendo dos paredes alargadas 46, 48, definiendo cada pared una superficie interior dentro del rebaje 44. El rebaje también tiene una base 50, que une las superficies interiores 47, 49. En la Figura 2A, se pueden ver las superficies extremas del mecanismo de accionamiento 60 y la línea de transmisión coaxial 80. Hacia el extremo distal 42 de la estructura de horquilla 40, un orificio 52 está presente en cada una de las paredes 46, 48. En la presente realización, el orificio está ubicado en el límite entre las partes cilíndrica y abovedada de la estructura de horquilla 40 para acomodar toda la longitud de la parte de pivote 13 dentro del rebaje 44. Se puede pasar un eje 54 a través de cada uno de los orificios 52, sobre el cual se pueden montar las hojas 12 a través del orificio 26. Las hojas no se muestran en las Figuras 2A a 2C para mostrar mejor la estructura de la propia estructura de horquilla 40. Como se muestra mejor en la Figura 2B, una muesca rectangular 49 está presente en los bordes exteriores de cada una de las paredes 46, 48. La línea de transmisión coaxial 80 está expuesta en la base 50 de la estructura de horquilla 40. La línea de transmisión coaxial, incluyendo el conductor interior 82, el conductor exterior 84 y el material dieléctrico 86 que los separa se muestran mejor, por ejemplo, en las Figuras 3A y 3B.

Las Figuras 3A, 3B y 4A a 4E muestran el mecanismo de accionamiento 60, que se utiliza para abrir y cerrar las hojas 12a, 12b en la herramienta de corte 1 de esta realización, en particular, las Figuras 4A a 4D muestran el mecanismo con la estructura de horquilla 40 omitida, para mostrar las distintas etapas de accionamiento. El accionamiento de las hojas 12a, 12b se realiza mediante una disposición de leva que está formada por salientes en el extremo de las varillas de empuje, que interactúan con las ranuras 28a, 28b en cada hoja 2. Más específicamente, una camisa 62 está ubicada alrededor de la superficie exterior de la línea de transmisión coaxial 80. La camisa contiene dos ranuras, cada una de las cuales contiene una varilla de empuje rígida 64, 66. Las varillas de empuje 64, 66 se pueden mover hacia delante y hacia atrás con respecto a la camisa 62, en la dirección del eje longitudinal de la camisa. Por consiguiente, se puede variar la longitud hasta la cual sobresalen de la superficie extrema 63 de la camisa. Al final de cada varilla de empuje 64, 66 hay un saliente 65, 67. Cada uno de los salientes está dispuesto para descansar en la ranura 28 de una de las hojas 12, cuando las hojas están montadas en el eje 54.

La operación de apertura del mecanismo de accionamiento 60 se describirá ahora con referencia a las Figuras 4A a 4E. En un estado completamente cerrado, como se muestra en la Figura 4E, las varillas de empuje 64, 66 están retraídas en la mayor medida posible. No pueden retraerse más debido al contacto entre las superficies de corte 18a, 18b de las hojas 12a, 12b. El mecanismo de accionamiento 60 de la presente realización depende del movimiento relativo entre el punto de pivote 25 y los salientes 65, 67. Para lograr esto, por lo tanto, es necesario que la ubicación del punto de pivote 25 quede fija con respecto a la superficie extrema 63 de la camisa 62, de donde sobresalen las varillas de empuje 64, 66. Durante el uso, el punto de pivote 25 se mantiene estacionario y las varillas de empuje 64, 66 se mueven hacia delante y hacia atrás, para mantener el movimiento de traslación de las hojas 12 al mínimo.

Para abrir las hojas 12, las varillas de empuje 64, 66 se mueven hacia delante, para sobresalir más de la superficie extrema 63 de la camisa 62. Las varillas de empuje 64, 66 son rígidas y están forzadas a moverse en la dirección longitudinal de la camisa 62. Las ranuras 28a, 28b y en un ángulo distinto de cero con respecto a la dirección longitudinal, lo que significa que el movimiento longitudinal de los salientes 65, 67 obliga a las hojas a pivotar alrededor del punto de pivote 25 cuando las proyecciones 65, 67 se apoyan contra las paredes de sus respectivas ranuras. Cuando el saliente alcanza el extremo distal de la ranura 28a, 28b, las varillas de empuje 64, 66 no pueden sobresalir más de la superficie extrema 63 de la camisa 62, y por lo tanto las hojas 12 están abiertas al máximo, como se muestra en la Figura 4A. Para volver a cerrar las hojas 12, las varillas de empuje 64, 66 están retraídas. Cuando las hojas 12 están cerradas, como en las Figuras 4D y 4E, las varillas de empuje 64, 66 no se pueden retraer más ya que las hojas 12 no pueden girar más, y las proyecciones 65, 67 están ubicadas en el extremo de sus respectivas ranuras 28a, 28b.

En las Figuras 5A y 5B se muestra un mecanismo de accionamiento alternativo 160. En esta disposición, un alambre de nitinol curvado 168 está unido rígidamente a una característica pivotante 167 tal como un pasador o ranura en la hoja 112, de modo que el alambre no pueda girar en relación con esa característica. El movimiento hacia delante y hacia atrás del alambre 168, combinado con su forma curvada hace que la porción curvada hacia adentro 169 del alambre hacia su extremo distal 170 gire la característica pivotante 167 de la misma manera que girar el extremo de picaporte hace que gire alrededor de su pivote. Para que esta disposición sea eficaz, la rigidez del alambre 168 debe ser suficientemente grande para que sea capaz de resistir cualquier fricción (u otra resistencia a la rotación) entre el orificio 126 en la hoja 112 y el eje sobre el que está montada la hoja. Cuanto mayor sea la curvatura del alambre 168 y, en relación con ello, mayor la longitud de la parte curvada hacia dentro 169, más eficaz será este mecanismo de actuación 160, ya que hay una acción de palanca mejorada. Esta disposición es ventajosa por su simplicidad.

Otro mecanismo de accionamiento alternativo 260 se muestra en las Figuras 6A y 6B. En esta disposición, cada hoja 212a, 212b tiene un brazo saliente 272 que se extiende hacia atrás desde una parte de pivote 213. El extremo proximal 232 del brazo 272 está conectado al extremo distal de una articulación 234. La articulación 234 y el brazo 272 están conectados de manera pivotante, mediante un sujetador tal como un pasador 236. La articulación 234 puede girar libremente con respecto al brazo 272, alrededor del pasador 236. Un extremo proximal de la articulación 234 está conectado de manera pivotante mediante otro pasador 238 al extremo distal de una varilla de empuje central 240. Las hojas 212a, 212b están conectadas simétricamente a la varilla de empuje 240 a través de articulaciones 234a, 234b.

Esta disposición simétrica es importante ya que cuando las hojas 212a, 212b son accionadas, ayuda a garantizar que el movimiento de la varilla de empuje 240 esté limitado en la dirección mostrada por las flechas, en lugar de tambalearse de un lado a otro.

- 5 Como en la realización de disposición de levas descrita anteriormente, la clave para este mecanismo de accionamiento 260 es el movimiento relativo entre el pasador 238 y el punto de pivote 225. Adicionalmente, la presencia del brazo 272 y la articulación 234 significa que el pasador 236 debe permanecer a una distancia fija entre el pasador 238 y el punto de pivote 225. Por tanto, cuando la varilla de empuje 240 se mueve hacia delante (es decir, hacia arriba), el ángulo entre el brazo saliente 272 y la articulación 234 debe disminuir para mantener la separación fija, provocando la rotación del brazo 272 alrededor del punto de pivote 225 y, por consiguiente, la rotación de toda la hoja 212a, 212b alrededor del punto de pivote 225.

15 Las Figuras 7A a 7E son diagramas esquemáticos (no a escala) del extremo proximal de la estructura de horquilla 40, que ilustran las conexiones eléctricas entre los conductores interior 82 y exterior 84 de la línea de transmisión coaxial 80 y los electrodos en las superficies de la primera hoja 12a y la segunda 12b. En estos diagramas esquemáticos, se omiten los mecanismos de accionamiento 60 aunque se apreciará que los diversos mecanismos de accionamiento descritos anteriormente son compatibles con todas las configuraciones de conexión eléctrica. Del mismo modo, aunque las hojas 12a, 12b se muestran una al lado de la otra con un espacio entre las mismas, se puede apreciar que se pueden utilizar las mismas conexiones eléctricas que cualquier configuración de hoja, por ejemplo, las disposiciones de tipo alicates o tipo tijeras analizadas en el presente documento.

25 En la Figura 7A, las conexiones eléctricas se realizan a través del eje 54. De esta manera, las conexiones eléctricas se forman en la parte que se mueve menos cuando las hojas 12a, 12b giran. La línea de transmisión coaxial 80 termina en la base 50 del rebaje 44. El conductor interior 82 se extiende más allá de la superficie extrema 87 del material dieléctrico 86 de la línea de transmisión coaxial, en contacto eléctrico 90, que se divide en una primera rama 90a y una segunda rama 90b. En esta realización, el contacto eléctrico 90 es una extensión del conductor interior 82 y es continuo con el mismo, sin embargo, es posible que el contacto eléctrico 90 esté formado a partir de una pieza separada de material conductor en contacto eléctrico con la superficie extrema 83 del conductor interior 82. La primera rama 90a se extiende entre las hojas 12a, 12b y está en contacto eléctrico con la funda conductora 92a. La funda conductora 92a tiene la forma de una capa de material conductor que recubre la superficie exterior del eje 54. La posición de la funda conductora 92a con respecto al extremo distal de la primera rama 90a y la primera hoja 12a se analiza con más detalle a continuación.

35 La segunda rama 90b se extiende a través del rebaje, más allá del extremo proximal de la segunda hoja 12b (sin entrar en contacto eléctrico con la misma), y se extiende dentro de la región entre la pared de horquilla 48 y la superficie exterior 23a de la segunda hoja 12b. El extremo distal de la segunda rama 90b, como la primera rama 90a, está en contacto eléctrico con la funda conductora 92b, que tiene una estructura similar a la funda conductora 92a.

40 El conductor exterior 84 de la línea de transmisión coaxial 80 está conectado eléctricamente con contactos eléctricos 94a, 94b. El contacto eléctrico 94a se extiende dentro de la región entre la superficie exterior 23a de la primera hoja 12a y la pared de horquilla 46, y está conectado eléctricamente a la funda conductora 96a, que tiene la misma estructura que las fundas conductoras 92a mencionadas anteriormente, 92b. Como con el conductor interior 82, el contacto eléctrico 94a puede ser continuo con el conductor exterior 84 de la línea de transmisión coaxial 80, o puede estar formado por una pieza separada de material conductor en contacto con la superficie extrema 85 del conductor exterior 84.

50 El contacto eléctrico 94b se extiende dentro de la región entre las superficies interiores 21a, 21b de las hojas 12a, 12b. Al hacerlo, es importante que esté eléctricamente aislado del contacto eléctrico 90, para evitar un cortocircuito. En la práctica, esto se puede lograr teniendo un desplazamiento angular entre el contacto 90, 94 dentro del rebaje, que no se ilustra en la Figura 7A, o colocando un revestimiento aislante alrededor de los contactos eléctricos 90, 94a, 94b. Un extremo distal del contacto eléctrico 94b está conectado eléctricamente a la funda conductora 96b, que nuevamente tiene una estructura similar a las tres fundas conductoras 92a descritas anteriormente, 92b, 94a.

55 Las hojas 12a, 12b están montadas en el eje 54. La metalización 20a, 20b, 20c, 20d en las superficies 21a, 21b, 23a, 23b de cada hoja se muestra con líneas negras gruesas en los dibujos. Esta metalización 20a, 20b, 20c, 20d necesita estar conectada eléctricamente a la línea de transmisión coaxial 80 para realizar el corte y la coagulación usando energía de microondas o RF. En la realización mostrada en la Figura 7a, la conexión eléctrica se realiza a través del eje 54. Más específicamente, utilizando la primera hoja 12a como ejemplo (la situación es idéntica para la segunda hoja 12b), la metalización 20 en, por ejemplo, la superficie interior 21a de la hoja 12a se extiende sobre un labio en la circunferencia del orificio 26 en la hoja 12a (a través del cual está montada en el eje 54), para formar una cubierta conductora 100a en la superficie interior del orificio 26. A continuación, cuando la hoja 12a está montada en el eje 54, se forma una conexión eléctrica entre la cubierta conductora 100a y la funda conductora 92a. Por consiguiente, en la presente realización, es necesario que la funda conductora 92a esté ubicada en una posición mediante la cual pueda conectarse eléctricamente tanto al extremo distal del contacto eléctrico 90a como a la cubierta conductora 100a. Lo mismo se aplica para las tres fundas conductoras restantes 92b, 96a, 96b. Durante el uso, como las hojas 12a, 12b giran alrededor del eje 54, utilizando el mecanismo de accionamiento 60 (no mostrado), la conexión eléctrica

circunferencial entre la cubierta conductora 100a, 100b, 100c, 100d y la funda conductora 92a, 92b, 96a, 96b se mantiene en todos los puntos durante la rotación, para garantizar que se entregue una señal uniforme a la metalización 20a, 20b, 20c, 20d. Para garantizar que la conexión eléctrica sea fiable, en la presente realización, la superficie interior de los orificios 26a, 26b, es decir, las cubiertas conductoras 100a, 100b, 100c, 100d están al ras con la superficie exterior del eje 54, es decir, las fundas conductoras 92a, 92b, 96a, 96b.

La Figura 7B muestra una disposición similar a la de la Figura 7A. Las características que no han cambiado con respecto a la realización anterior no se describen nuevamente y se les asignan los números de referencia correspondientes.

En la realización de la Figura 7B, en lugar de estar conectados en el eje 54, los extremos distales de los contactos eléctricos 90, 94a, 94b y las ramas 90a, 90b están conectados a la metalización 20a, 20b, 20c, 20d en las respectivas superficies 21a, 21b, 23a, 23b de las hojas 12a, 12b directamente. En estas realizaciones, es imprescindible que haya metalización 20a, 20b, 20c, 20d en todas las partes de las superficies 21a, 21b, 23a, 23b de las hojas 12a, 12b que los contactos eléctricos 90, 94a, 94b pueden hacer contacto durante la rotación de las hojas 12a, 12b. Esto se logra fácilmente teniendo cubierta una gran porción de la porción proximal de la hoja cubierta con metalización, por ejemplo, como se muestra en las Figuras 5A y 5B. En una realización alternativa (no mostrada), los contactos eléctricos pueden estar conectados eléctricamente a la metalización en las superficies de las hojas en una posición que está por encima del eje 54, en lugar de por debajo, como en las Figuras 7B. En tales realizaciones, los contactos eléctricos deberían estar aislados eléctricamente del propio eje 54.

La Figura 7C ilustra una realización similar a las dos anteriores, en la que el conductor interior 82 de la línea de transmisión coaxial 80 es hueco, para definir un canal 89. En este caso, en lugar de tener un contacto eléctrico ramificado, como en las Figuras 7A y 7B, los contactos eléctricos 90a', 90b' se extienden desde lados opuestos de la superficie extrema del conductor interior 82. En la realización mostrada, los extremos distales de los contactos eléctricos 90a', 90b' están conectados eléctricamente a la metalización 20b, 20c en las superficies 21a, 21b de las hojas 12a, 12b pero en otras realizaciones, pueden estar conectados eléctricamente a fundas conductoras en el eje 54 como en la realización de la Figura 7A.

La Figura 7D muestra otra realización similar a los tres dibujos anteriores. En este caso, no se requiere cruce de contactos eléctricos, dado que el conductor interior 82 está conectado a las superficies interiores 21a, 21b de las hojas, y el conductor exterior 84 está conectado a las superficies exteriores 23a, 23b de las hojas. En este particular, por ejemplo, el contacto eléctrico 93 que es continuo con el conductor interior se ramifica en forma de T cerca del eje 54, con cada brazo 93a, 93b de la T en contacto con la metalización 20b, 20c en una de las hojas 12a, 12b. Por su puesto, una forma de T es una de las muchas formas que el conductor interior podría adoptar en realizaciones como ésta. Como se ha descrito anteriormente, esta disposición podría emplearse en configuraciones a modo de alicates de la herramienta de corte electroquirúrgica, para evitar la repulsión entre las hojas 12a, 12b, ilustradas en la Figura 9.

La Figura 7E muestra una realización similar a la anterior, excepto en este caso, la conexión con la metalización 20a, 20b, 20c, 20d en las hojas 12a, 12b se realiza mediante fundas conductoras 92', 96a, 96b en el eje 54, como en la Figura 7A. En la presente realización, hay dos fundas conductoras 96a, 96b para la conexión con los contactos eléctricos 94a, 94b que se extienden desde el conductor exterior 84 de la línea de transmisión coaxial 80, y una única funda conductora 92' que se conecta a las superficies interiores de los orificios 26a, 26b en ambas hojas 12a, 12b y está conectada eléctricamente al conductor interior 82 mediante un único contacto eléctrico no ramificado 90'. En una realización similar (no mostrada), puede haber una funda conductora asociada con cada una de las superficies internas de las hojas, y el contacto eléctrico en este caso se ramificaría, por ejemplo, en una forma de Y de modo que los extremos distales de cada una de las ramas puedan formar una conexión eléctrica con una de las fundas conductoras.

La Figura 8 es un dibujo esquemático que ilustra un aparato electroquirúrgico que incluye la herramienta de corte electroquirúrgica 200 de acuerdo con una realización del segundo aspecto. Además de la pieza de corte 200, la Figura 8 también incluye una salida del generador 202 que puede suministrar señales de frecuencia de RF y/o microondas a la herramienta de corte 200. La salida del generador 202 está conectada al interruptor SPDT 206 a través de la conexión 204. El interruptor SPDT 206 tiene un terminal de entrada y dos terminales de salida (mostrados como 1 y 2 en la Figura 8). El polo 208 es capaz de conmutar rápidamente entre los dos terminales de salida. Cada una de las salidas está conectada a una única línea de transmisión coaxial, ya sea la primera línea de transmisión coaxial 80a o la segunda línea de transmisión coaxial 80b. Como resultado, cuando el polo 208 oscila entre los dos terminales de salida, sólo una de las líneas de transmisión coaxial 80a, 80b está conectada al generador en cualquier momento. Las líneas de transmisión coaxiales 80a, 80b están formadas por un conductor interior 82a, 82b, un conductor exterior 84a, 84b y un material dieléctrico 86a, 86b separando los dos. Estas líneas de transmisión 80a, 80b pueden tener la forma de cables coaxiales estándar de 50 Ω .

Un espacio entre la primera línea de transmisión coaxial 80a y la segunda línea de transmisión 80b forma un canal 89, a través del cual se puede insertar una varilla de empuje o un alambre guía (no mostrado) para que actúe como medio de accionamiento. Un esquema simplificado de las conexiones eléctricas entre las líneas de transmisión coaxiales 80a, 80b y la primera hoja 12a y la segunda hoja 12b se muestran en el extremo distal de las líneas de transmisión coaxiales 80a, 80b. Más específicamente, los componentes están conectados de la siguiente manera:

- El conductor exterior 84a de la primera línea de transmisión coaxial 80a está conectado a la superficie exterior 23a de la primera hoja 12a a través de la conexión 99a.
- 5 • El conductor interior 82a de la primera línea de transmisión coaxial 80a está conectado a la superficie interior 21a de la primera hoja 12a a través de la conexión 99b.
- El conductor exterior 84b de la segunda línea de transmisión coaxial 80b está conectado a la superficie interior 21b de la segunda hoja 12b a través de la conexión 101a.
- 10 • El conductor interior 82b de la segunda línea de transmisión coaxial 80b está conectado a la superficie exterior 23b de la segunda hoja 12b a través de la conexión 101b.

Hay metalización (no mostrada) en las superficies interior y exterior 21a, 21b, 23a, 23b de ambas hojas 12a, 12b, para formar el primer y segundo electrodo, como se ha analizado previamente. Hay que tener en cuenta que en este dibujo esquemático se omiten características tales como la horquilla 40 y el eje 54 para no complicar otras características de la herramienta de corte 200, aunque estas son totalmente compatibles con la realización mostrada. Por ejemplo, las conexiones entre las líneas de transmisión coaxiales 80a, 80b y las hojas 12a, 12b también se puede formar usando estructuras similares a las mostradas en las Figuras 7A a 7E.

La Figura 8 también muestra un gráfico de la salida de cada hoja. A medida que el polo 208 oscila dentro del interruptor SPDT 206, la salida del generador 202 se alimenta alternativamente, a su vez, a la primera hoja 12a y a la segunda hoja 12b. El polo 208 conmuta de posición en los momentos t_i ($i = 0, 1, 2, 3, 4$), como se puede observar a partir de los gráficos. En ningún momento se emite una señal desde ambas hojas 12a, 12b simultáneamente. En una realización preferida, el intervalo de conmutación del tiro es de aproximadamente 20 ms. Cabe señalar que las formas de onda se dibujan esquemáticamente para ilustrar cuándo se recibe una señal en las hojas 12a, 12b. En realidad, la propia forma de onda tendría una frecuencia mucho más alta, incluso en el extremo más bajo del espectro de RF. Las formas de onda mostradas en la Figura 8 no deben tomarse como representativas de las frecuencias empleadas en las realizaciones.

Las Figuras 9 y 10 son vistas superior e inferior de una estructura de hoja esquemática 300 que se puede usar en una herramienta de corte que es una realización. Aunque en la Figura 9 sólo se muestra una hoja 302, se puede apreciar que la estructura de horquilla ilustrada 304 deja espacio para montar una segunda hoja adyacente a la hoja 302 de modo que funcione a modo de tijera.

En esta realización, la hoja 302 comprende un elemento dieléctrico plano 306 que está montado de manera pivotante en la estructura de horquilla 304 alrededor de un eje 308. El elemento dieléctrico plano 306 tiene un borde plano interior 310 para acoplarse al tejido biológico, y un borde curvado exterior 312 opuesto al borde plano interior 310.

Un primer elemento conductor 314 está montado en una superficie superior del elemento dieléctrico plano 306. Un segundo elemento conductor 316 está montado en una superficie inferior del elemento dieléctrico plano 306. En esta realización, el primer y segundo elemento conductor 314, 316 son una capa estampada de metalización en la superficie superior. Los patrones y grosores para el primer y segundo elemento conductor se pueden elegir (por ejemplo, utilizando simulaciones) para garantizar un suministro uniforme de potencia de microondas a lo largo del borde plano interior.

En esta realización, el primer elemento conductor 314 está apartado del borde curvado hacia afuera 312, mientras que el segundo elemento conductor se extiende para encontrarse con el borde curvado hacia afuera 312. Tanto el primero como el segundo elemento conductor 314, 316 se extienden para encontrarse (y pueden quedar expuestos en) el borde plano interior 310. El segundo elemento conductor 316 puede tener un grosor mayor que el primer elemento conductor 314. Cada uno de los elementos conductores primero y segundo 314, 316 puede tener un respectivo dedo de metalización 318, 320 que se extiende a lo largo del borde plano hacia dentro 310 y una respectiva porción recortada 322, 324 donde no hay metalización presente detrás del dedo de metalización. Cada porción recortada 322, 324 puede estar limitada por una tira exterior de metalización 326, 328, que está conectada eléctricamente a su respectivo dedo de metalización 318, 320 mediante una tira de conexión en ángulo 330, 332. Esta configuración mejora la pérdida de retorno de la estructura de la hoja y también garantiza un suministro de potencia uniforme, como se analiza más adelante.

En la disposición mostrada en las Figuras 9 y 10, la potencia se suministra a la estructura de hoja 300 mediante un cable coaxial 334 montado en el exterior de la estructura de horquilla 304. Se puede usar un segundo cable coaxial (no mostrado) en el otro lado de la estructura de horquilla para proporcionar potencia a una segunda hoja.

El cable coaxial 334 tiene un conductor exterior 336 que está conectado eléctricamente al eje 308, que a su vez está conectado eléctricamente al segundo elemento conductor 316. El cable coaxial 334 tiene un conductor interior que sobresale más allá de un extremo distal del conductor exterior 336 para conectarse eléctricamente a un bloque de acoplamiento 338 que se extiende lateralmente y que pasa a través de un orificio 340 en la estructura de horquilla 304

para conectarse eléctricamente al primer elemento conductor 314.

5 La Figura 11 es un gráfico que muestra la pérdida de retorno de la estructura de hoja 300. Cuando se suministra energía de microondas que tiene una frecuencia de 5,8 GHz a través del cable coaxial 334, la pérdida de retorno es mejor que 3 dB.

10 La Figura 12 es una simulación de la estructura de hoja 300 que muestra la absorción de potencia en tejido biológico para energía de microondas que tiene una frecuencia de 5,8 GHz. Se puede ver que hay una región de suministro de potencia uniforme adyacente al borde plano interior, sin ninguna fuga de potencia no deseada significativa de otras áreas de la hoja.

REIVINDICACIONES

1. Una herramienta de corte electroquirúrgica (1) que tiene:

- 5 una primera hoja (12a) y una segunda hoja (12b), unidas en un punto de pivote, una primera hoja que comprende un cuerpo plano hecho de un primer material dieléctrico que separa un primer elemento conductor (20) en una primera superficie (21) del mismo de un segundo elemento conductor en una segunda superficie del mismo, estando la segunda superficie orientada en la dirección opuesta a la primera superficie;
- 10 medios de accionamiento para provocar una rotación relativa entre la primera y la segunda hoja alrededor del punto de pivote para provocar que un espacio entre la primera y la segunda hoja cambie entre una posición abierta y una posición cerrada, siendo la rotación relativa sustancialmente en el plano de las hojas;
- una línea de transmisión coaxial (80) para suministrar energía de RF y energía de microondas a la primera hoja, teniendo la línea de transmisión coaxial un conductor interior (82) y un conductor exterior (84) separados por un segundo material dieléctrico (86),
- 15 en donde:
- el conductor interior y el conductor exterior están conectados cada uno a uno del primer elemento conductor (20) y el segundo elemento conductor de la primera hoja;
- 20 el primer elemento conductor (20) y el segundo elemento conductor de la primera hoja son capaces de actuar como electrodos activos y de retorno para mantener un campo eléctrico de RF entre los mismos, el correspondiente campo eléctrico de RF a la energía de RF suministrada a la primera hoja por la línea de transmisión coaxial;
- el primer elemento conductor (20) y el segundo elemento conductor de la primera hoja también pueden actuar como una estructura de antena para irradiar un campo electromagnético de microondas (EM) correspondiente a la energía de microondas suministrada a la primera hoja por la línea de transmisión coaxial,
- 25 **caracterizado por que**
- las hojas están montadas en una estructura de horquilla (40) que está ubicada en el extremo distal de la herramienta de corte, comprendiendo la estructura de horquilla una base (50) para unirse a la línea de transmisión coaxial (80), y una carcasa que define un rebaje longitudinal (44) para recibir la primera hoja (12a)
- 30 y la segunda hoja (12b),
- en donde la estructura de horquilla (40) comprende un eje (54) que atraviesa el rebaje (44), y en donde la primera hoja (12a) y la segunda hoja (12b) están montadas de forma giratoria en el eje (54),
- 35 en donde las conexiones eléctricas entre el conductor interior (82) y el conductor exterior (84) de la línea de transmisión coaxial (80) y el primer elemento conductor (20) y el segundo elemento conductor en la primera hoja (12a) se realizan a través de una funda conductora (96a) en el eje.

2. Una herramienta de corte electroquirúrgica de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la segunda hoja comprende un cuerpo plano hecho de un primer material dieléctrico que separa un primer elemento conductor en una primera superficie del mismo de un segundo elemento conductor en una segunda superficie del mismo, estando la segunda superficie orientada en la dirección opuesta a la primera superficie,

40 en donde:

- 45 la línea de transmisión coaxial está dispuesta para suministrar energía de RF y energía de microondas a la segunda hoja;
- el conductor interior y el conductor exterior están conectados cada uno a uno del primer elemento conductor y el segundo elemento conductor de la segunda hoja;
- 50 el primer elemento conductor y el segundo elemento conductor de la segunda hoja son capaces de actuar como electrodos activos y de retorno para mantener un campo eléctrico de RF entre los mismos, el campo eléctrico de RF correspondiente a la energía de RF suministrada a la segunda hoja por la línea de transmisión coaxial; y
- el primer elemento conductor y el segundo elemento conductor de la segunda hoja también pueden actuar como una estructura de antena para irradiar un campo electromagnético de microondas (EM) correspondiente a la energía de microondas suministrada a la segunda hoja por la línea de transmisión coaxial.

3. Una herramienta de corte electroquirúrgica de acuerdo con la reivindicación 2, en donde el primer elemento conductor y el segundo elemento conductor están expuestos sobre las caras de la primera hoja y la segunda hoja opuestas entre sí a través del espacio.

4. Una herramienta de corte electroquirúrgica de acuerdo con la reivindicación 3, en donde se aplica al menos uno de los siguientes:

- (a) las caras de la primera hoja y la segunda hoja que están opuestas a través del espacio están curvadas;
- (b) las caras de la primera hoja y la segunda hoja que están opuestas a través del espacio están orientadas perpendicularmente al plano de la hoja.

5. Una herramienta de corte electroquirúrgica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en donde:

el conductor interior de la línea de transmisión coaxial está conectado eléctricamente al primer elemento conductor de la primera hoja y al segundo elemento conductor de la segunda hoja, y
el conductor exterior de la línea de transmisión coaxial está conectado eléctricamente al segundo elemento conductor de la primera hoja y al primer elemento conductor de la segunda hoja.

6. Una herramienta de corte electroquirúrgica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en donde:

el conductor interior de la línea de transmisión coaxial está conectado eléctricamente al primer elemento conductor de la primera hoja y al primer elemento conductor de la segunda hoja, y
el conductor exterior de la línea de transmisión coaxial está conectado eléctricamente al segundo elemento conductor de la primera hoja y al segundo elemento conductor de la segunda hoja.

7. Una herramienta de corte electroquirúrgica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 6, en donde se aplica uno de los siguientes:

(a) durante el movimiento desde la posición abierta a la posición cerrada, las primeras superficies de cada hoja se deslizan una sobre otra;
(b) en la posición cerrada, las caras de la primera hoja y de la segunda hoja que se oponen entre sí a través del espacio son paralelas.

8. Una herramienta de corte electroquirúrgica de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde se aplica al menos uno de los siguientes:

(a) el primer y segundo elemento conductor están formados a partir de una o más capas de metalización en la primera superficie y la segunda superficie;
(b) el grosor del primer material dieléctrico es igual o inferior a 1 mm;
(c) cuando esté en la posición cerrada, la herramienta tiene un diámetro exterior máximo igual o inferior a 5 mm;
(d) el conductor interior de la línea de transmisión coaxial es hueco y define un canal que lo atraviesa.

9. Una herramienta de corte electroquirúrgica de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde los medios de accionamiento comprenden un elemento de accionamiento que es móvil con respecto al punto de pivote; y en donde el elemento de accionamiento incluye una varilla de empuje (64, 66) que está operativamente conectada a la primera hoja y/o a la segunda hoja.

10. Una herramienta de corte electroquirúrgica de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde los medios de accionamiento incluyen una disposición de leva; y en donde la disposición de leva comprende:

una varilla de empuje (64, 66) montada para deslizarse longitudinalmente con respecto al punto de pivote, y una trayectoria de guía formada en la primera hoja, en donde la varilla de empuje está acoplada operativamente con la trayectoria de guía, y en donde la trayectoria de guía está desplazada de la dirección longitudinal, de tal manera que el movimiento longitudinal de la varilla de empuje con respecto al punto de pivote hace que la primera hoja pivote con respecto al punto de pivote.

11. Una herramienta de corte electroquirúrgica de acuerdo con la reivindicación 10, en donde la trayectoria de guía es una pista lineal que se extiende en una dirección que está desplazada del punto de pivote; y en donde la varilla de empuje comprende un seguidor montado forzado para descansar sobre la pista lineal.

12. Una herramienta de corte electroquirúrgica de acuerdo con la reivindicación 10 u 11, en donde la varilla de empuje está montada de manera deslizable sobre la línea de transmisión coaxial.

13. Una herramienta de corte electroquirúrgica de acuerdo con la reivindicación 9, en donde se aplica uno de los siguientes:

(a) los medios de accionamiento comprenden una articulación (234) que tiene un extremo proximal conectado de forma pivotante a la varilla de empuje y un extremo distal conectado de forma pivotante a la primera hoja en una ubicación desplazada del punto de pivote;
(b) la varilla de empuje comprende un alambre que tiene una porción distal curvada preformada que está fijada rigidamente a la primera hoja.

14. Una herramienta de corte electroquirúrgica de acuerdo con cualquier reivindicación anterior, en donde se aplica al menos uno de los siguientes:

(a) la herramienta incluye un medio de empuje dispuesto para impulsar la primera hoja y la segunda hoja hacia la

posición abierta;

(b) los medios de accionamiento incluyen un collar que está montado de manera deslizable con respecto a la primera hoja y a la segunda hoja, estando el collar móvil entre una primera posición en la que encierra las hojas para mantenerlas en la posición cerrada, y una segunda posición en la que las hojas quedan expuestas para permitir que se abran.

15. Una herramienta de corte electroquirúrgica de acuerdo con la reivindicación 1, en donde la segunda hoja es un cuerpo plano hecho del primer material dieléctrico que separa un primer elemento conductor en una primera superficie de la segunda hoja de un segundo elemento conductor en una segunda superficie de la segunda hoja, orientándose la segunda superficie de la segunda hoja en dirección opuesta a la primera superficie de la segunda hoja; en donde la herramienta de corte electroquirúrgica comprende además una segunda línea de transmisión coaxial que tiene un segundo conductor interior y un segundo conductor exterior separados por un tercer material dieléctrico, la segunda línea de transmisión coaxial dispuesta para suministrar señales de frecuencia de RF y microondas a la segunda hoja, en donde el segundo conductor interior y el segundo conductor exterior están conectados respectivamente al primer elemento conductor y al segundo elemento conductor de la segunda hoja, y en donde:

el primer elemento conductor y el segundo elemento conductor de la segunda hoja son capaces de actuar como electrodos activos y de retorno para mantener un campo eléctrico de RF entre los mismos, el campo eléctrico de RF correspondiente a la señal de RF suministrada a la segunda hoja por la segunda línea de transmisión coaxial, y

el primer elemento conductor y el segundo elemento conductor también pueden actuar como una estructura de antena para irradiar un campo EM de frecuencia de microondas correspondiente a la señal de microondas suministrada a la segunda hoja por la segunda línea de transmisión coaxial.

16. Un aparato electroquirúrgico que incluye:

un generador electroquirúrgico dispuesto para generar energía de RF y energía de microondas;
una herramienta de corte electroquirúrgica de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores conectada para recibir energía de RF y energía de microondas desde el generador electroquirúrgico.

17. Un aparato electroquirúrgico de acuerdo con la reivindicación 16, que incluye un alternador de señales dispuesto para conmutar alternativamente energía de RF o energía de microondas desde el generador electroquirúrgico entre la primera hoja y la segunda hoja; y en donde un alternador de señales comprende cualquiera de un interruptor coaxial, diodo PIN e interruptor de alimentación de diodo varactor.

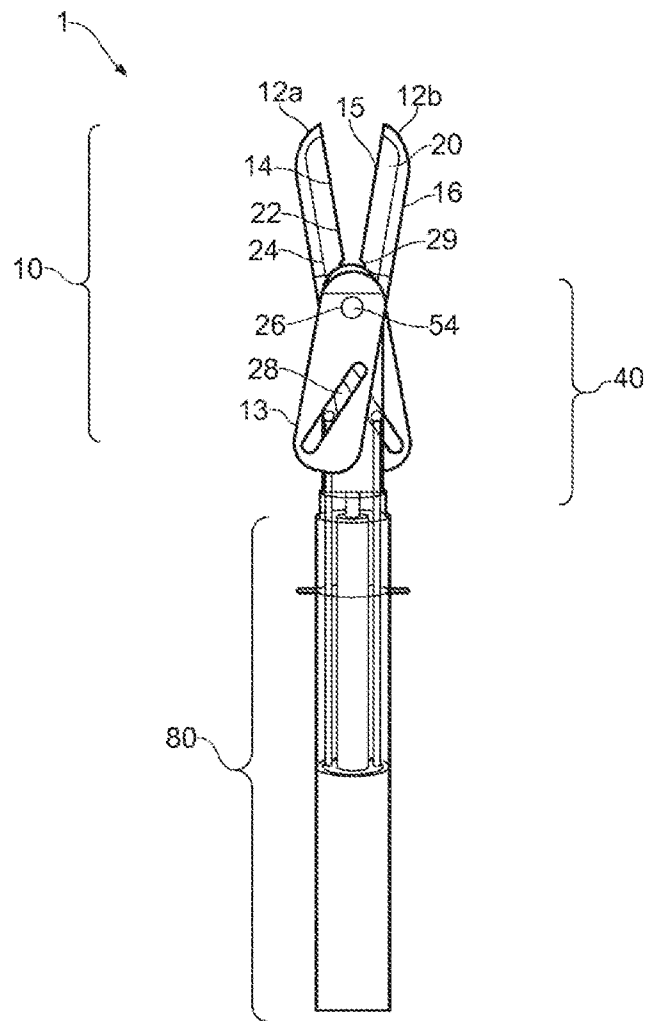


FIG. 1

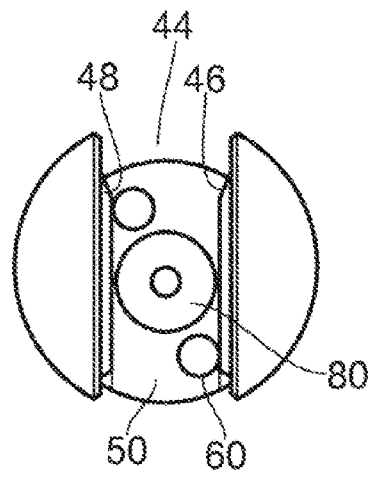


FIG. 2A

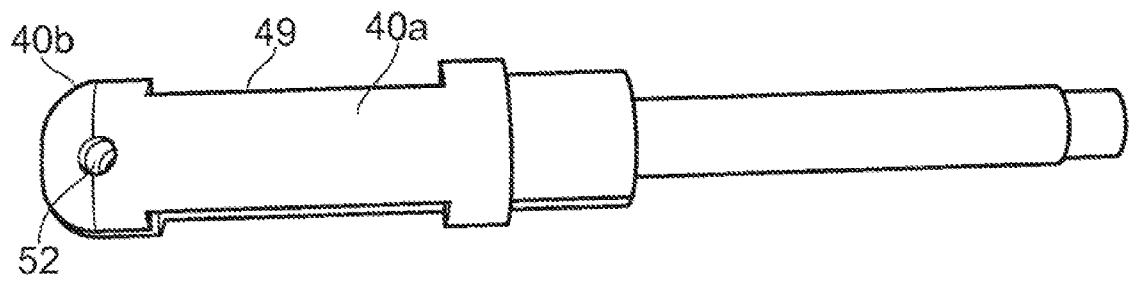


FIG. 2B

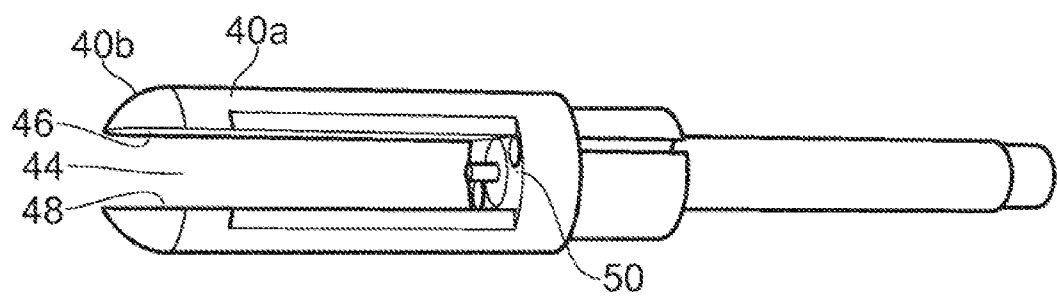


FIG. 2C

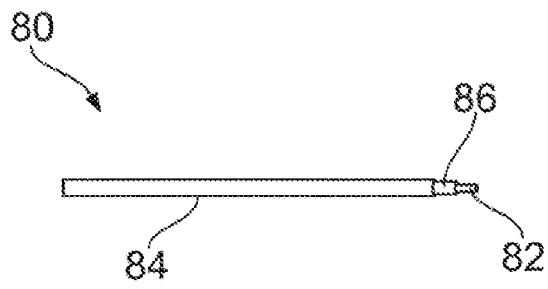


FIG. 3A

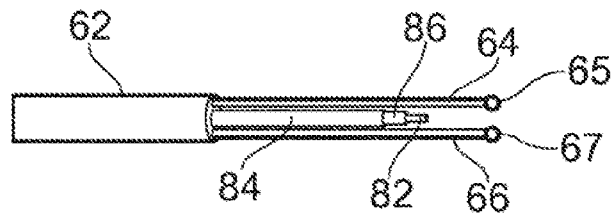


FIG. 3B

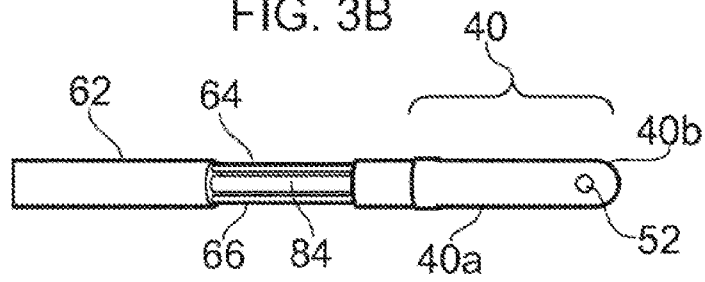


FIG. 3C

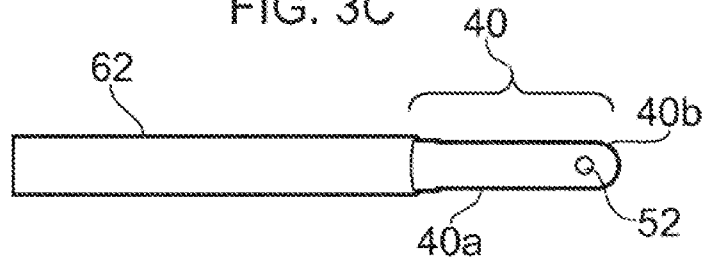


FIG. 3D

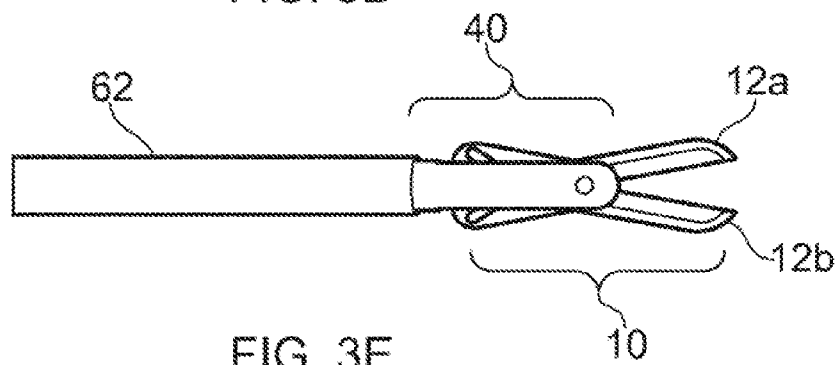
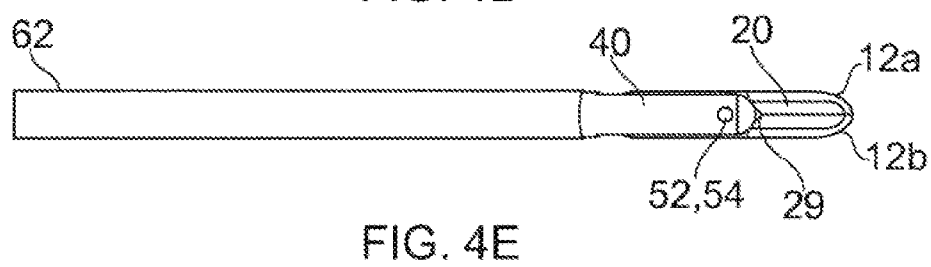
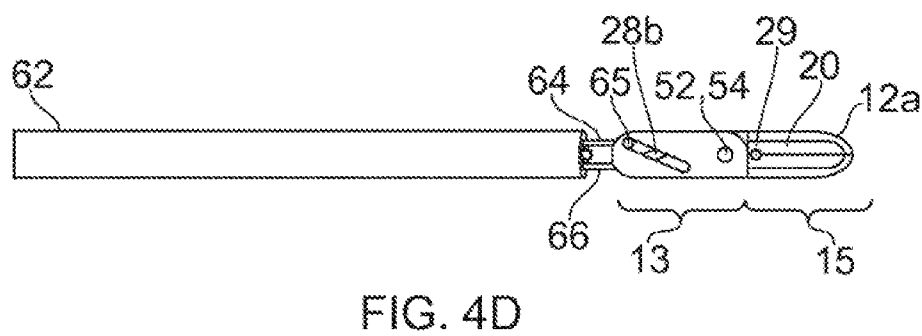
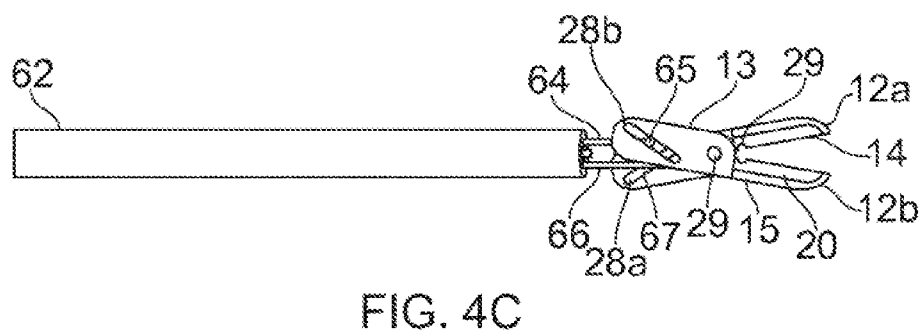
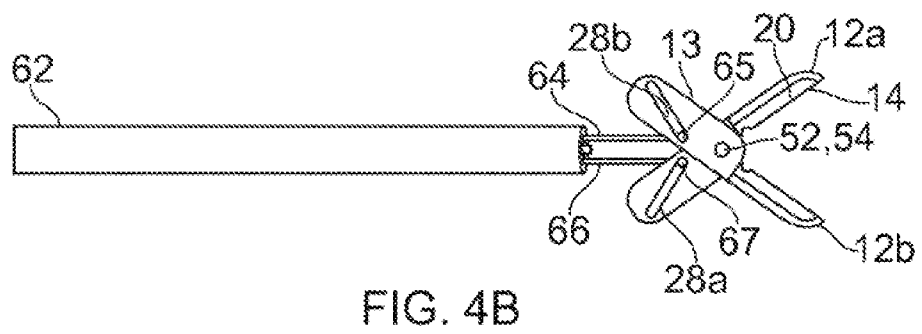
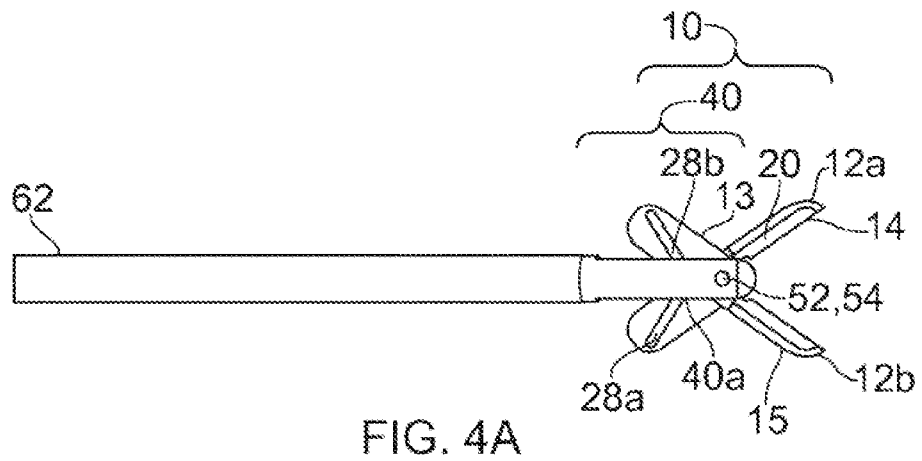


FIG. 3E



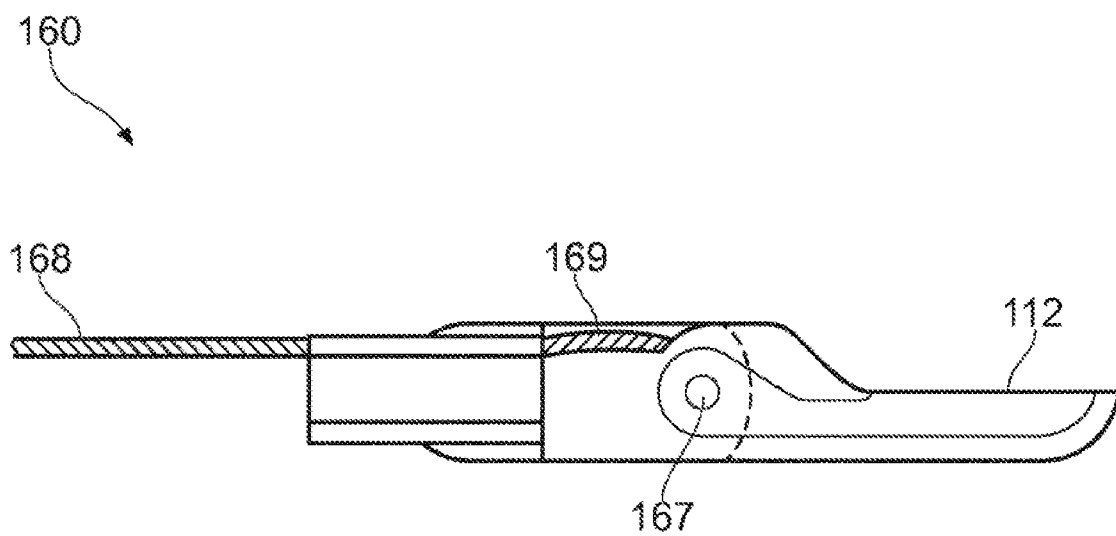


FIG. 5A

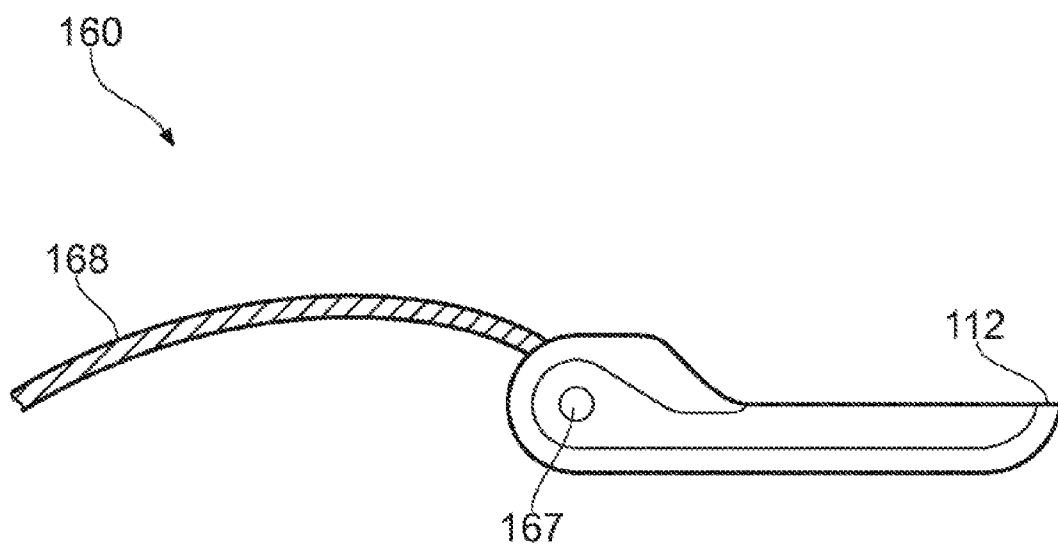


FIG. 5B

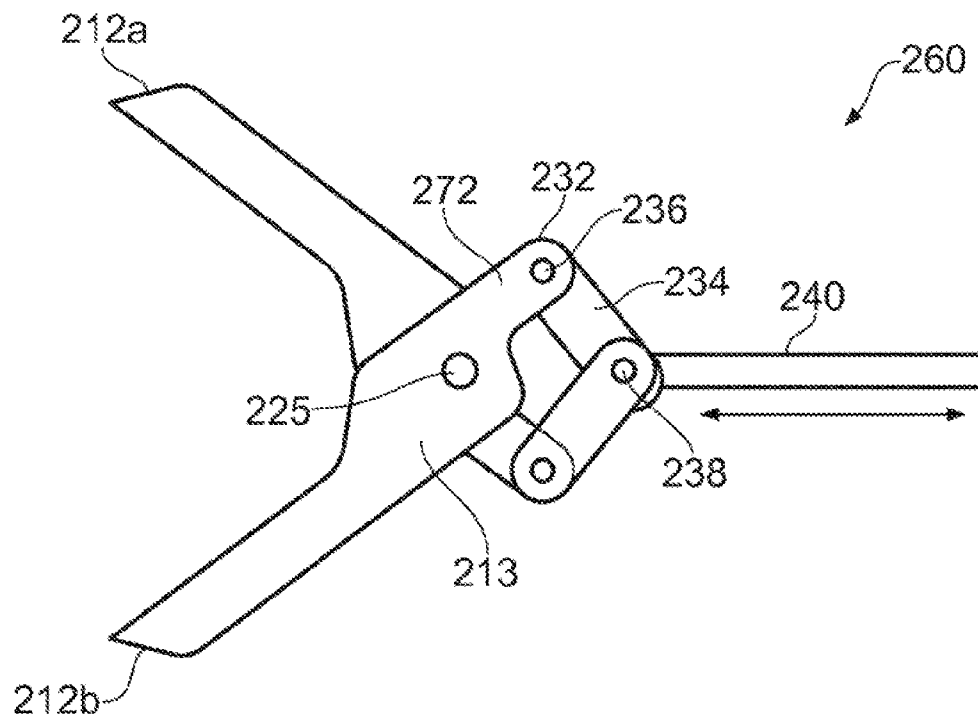


FIG. 6A

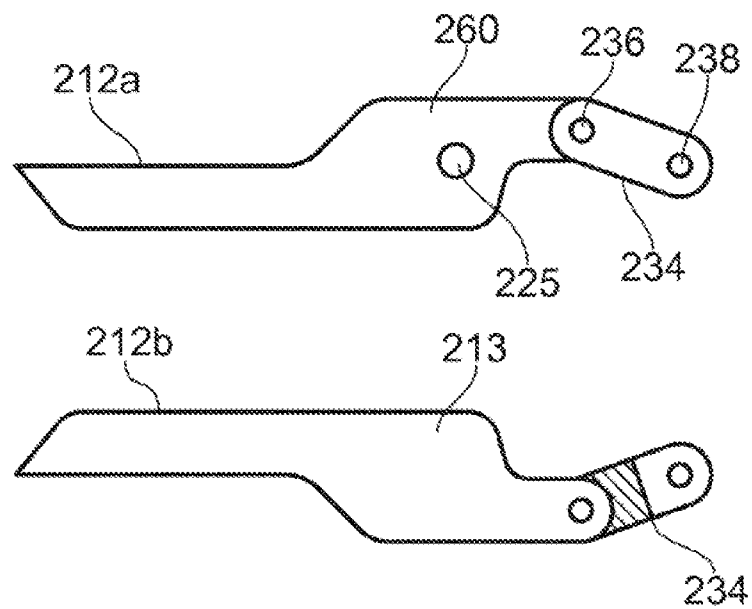


FIG. 6B

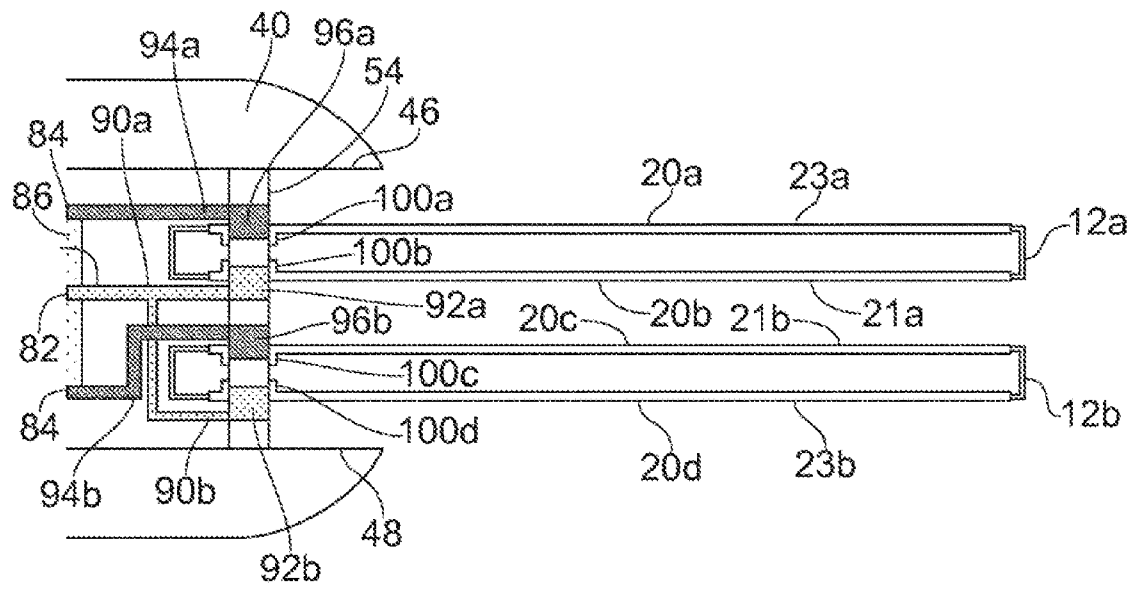


FIG. 7A

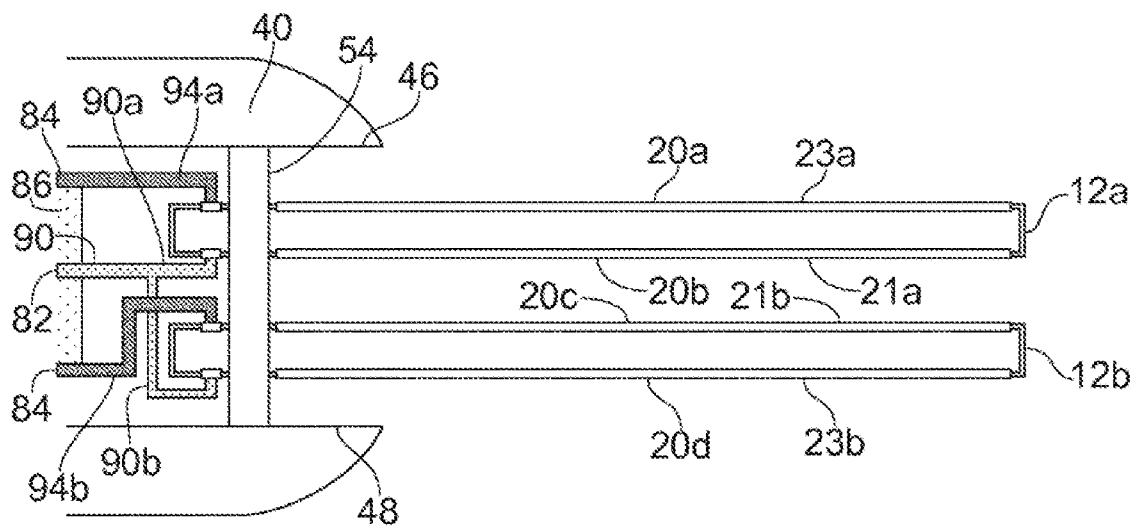


FIG. 7B

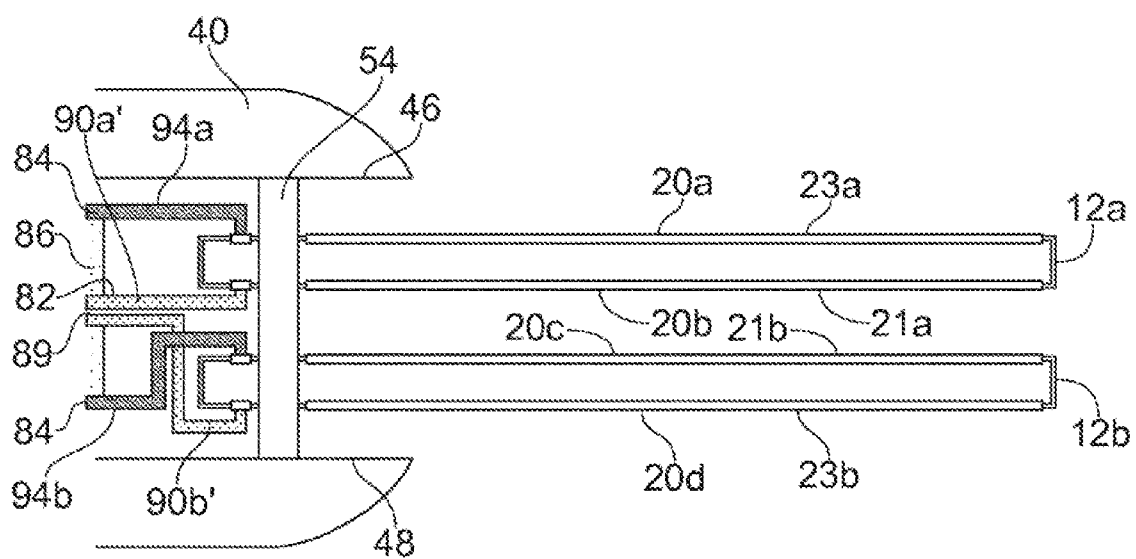


FIG. 7C

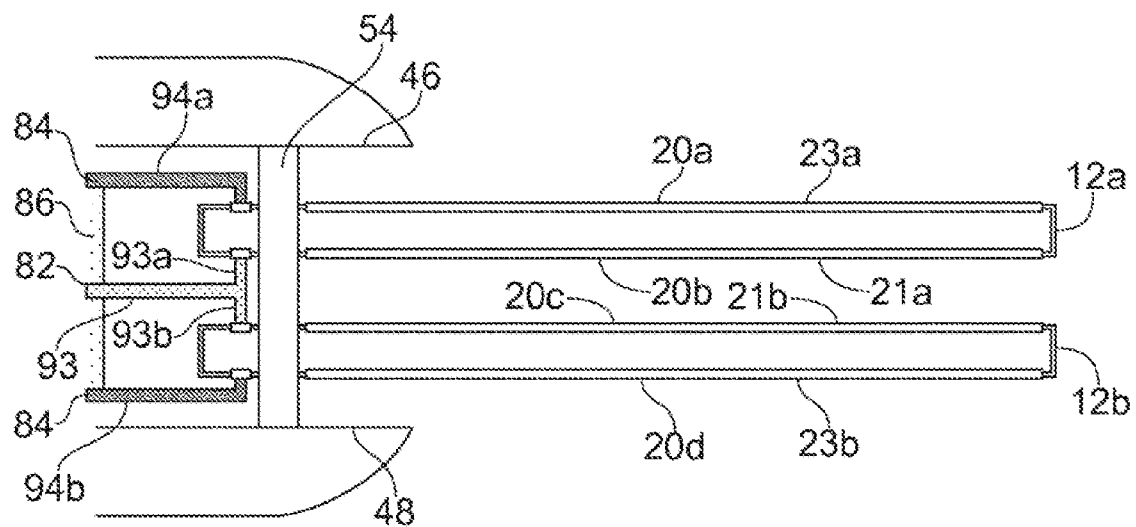


FIG. 7D

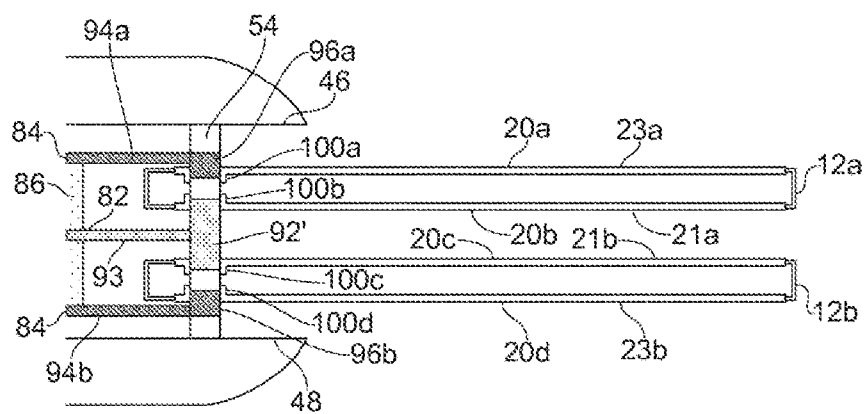


FIG. 7E

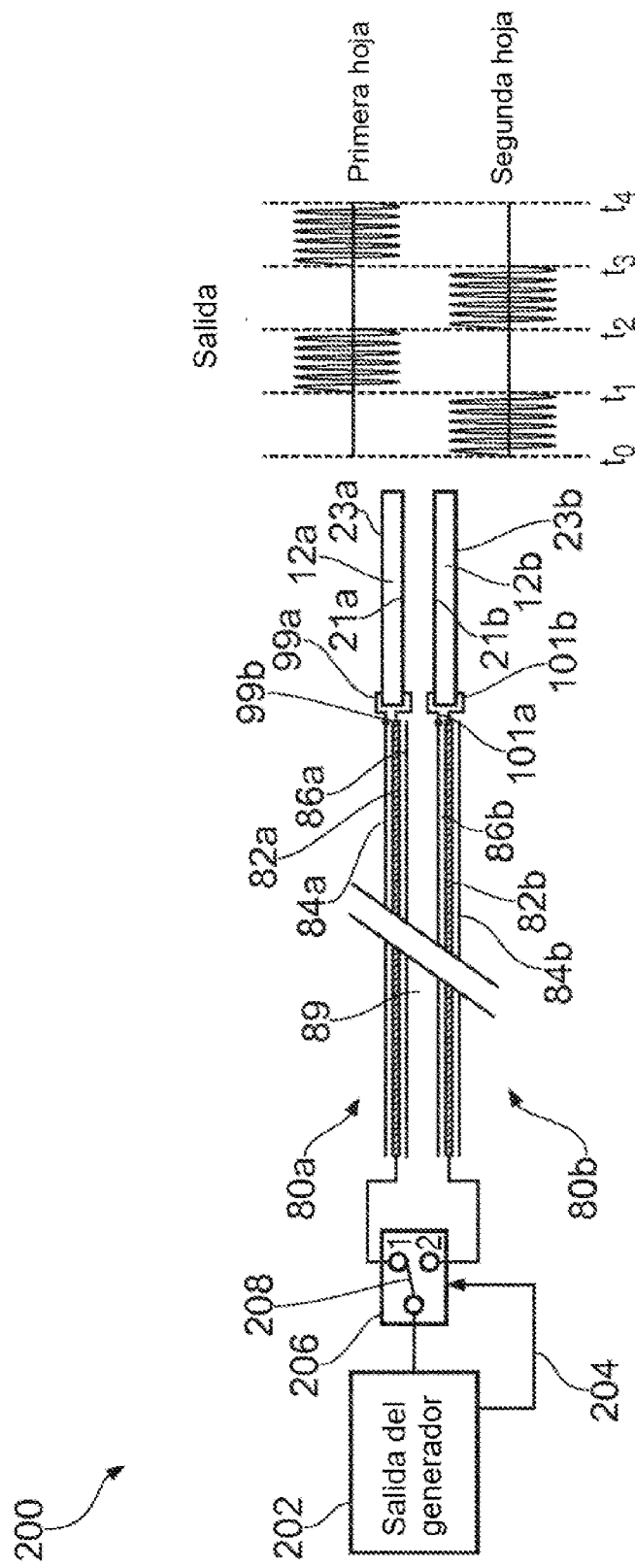


FIG. 8

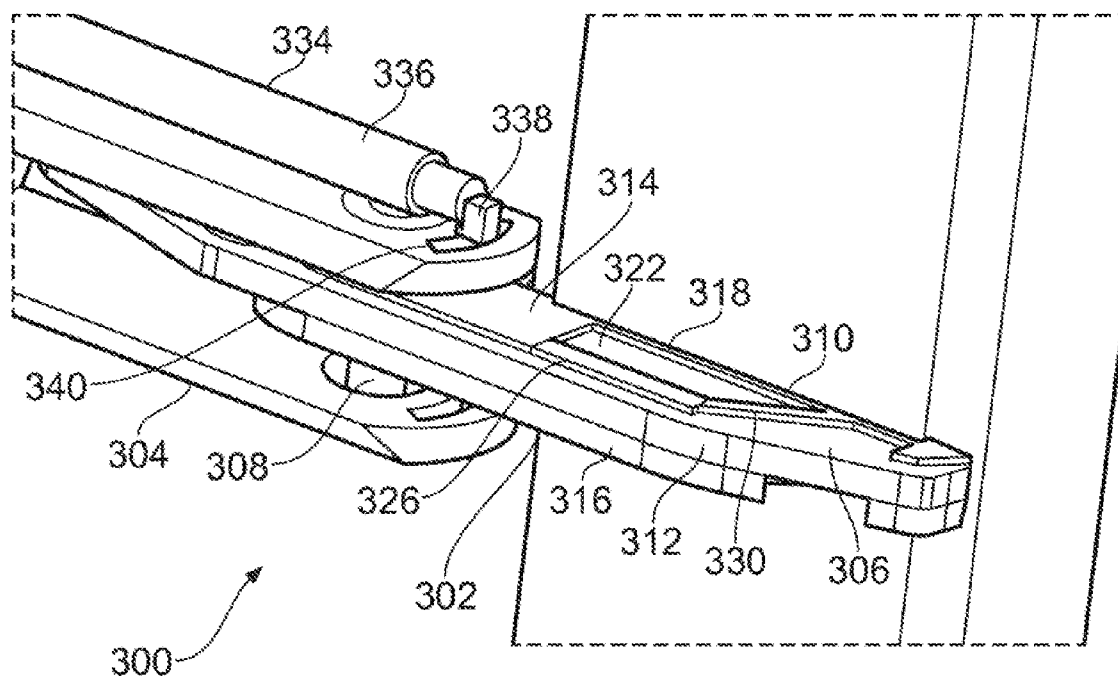


FIG. 9

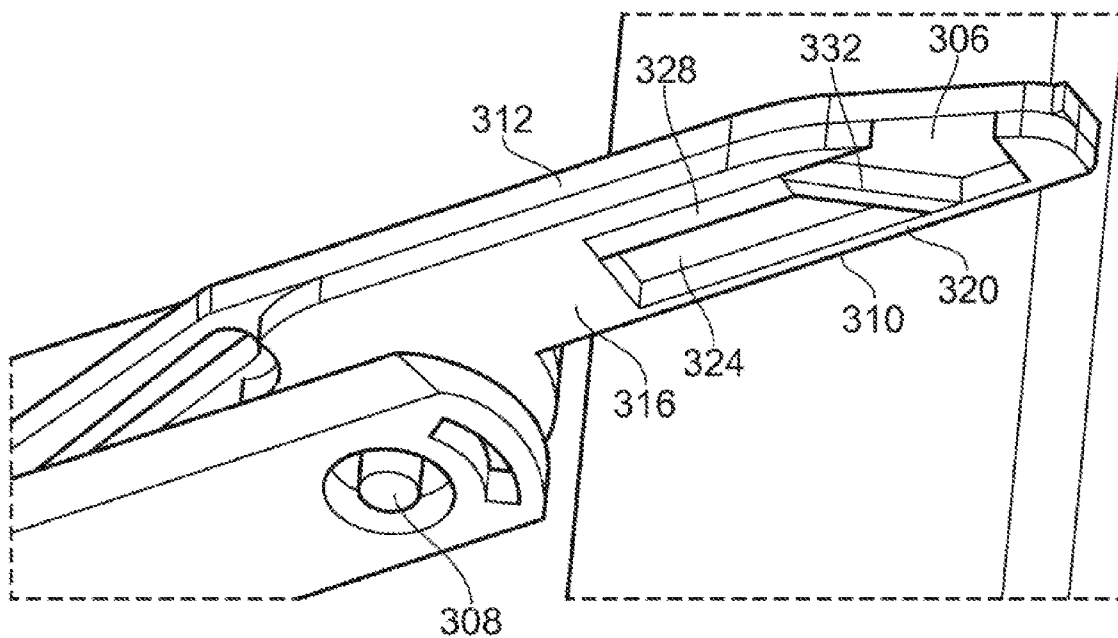


FIG. 10

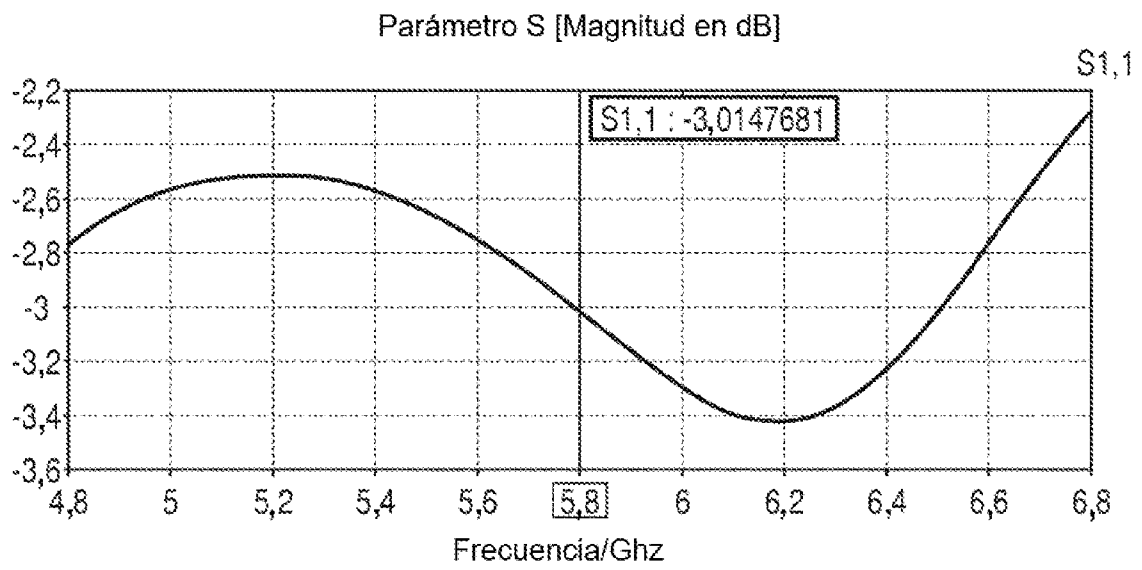


FIG. 11

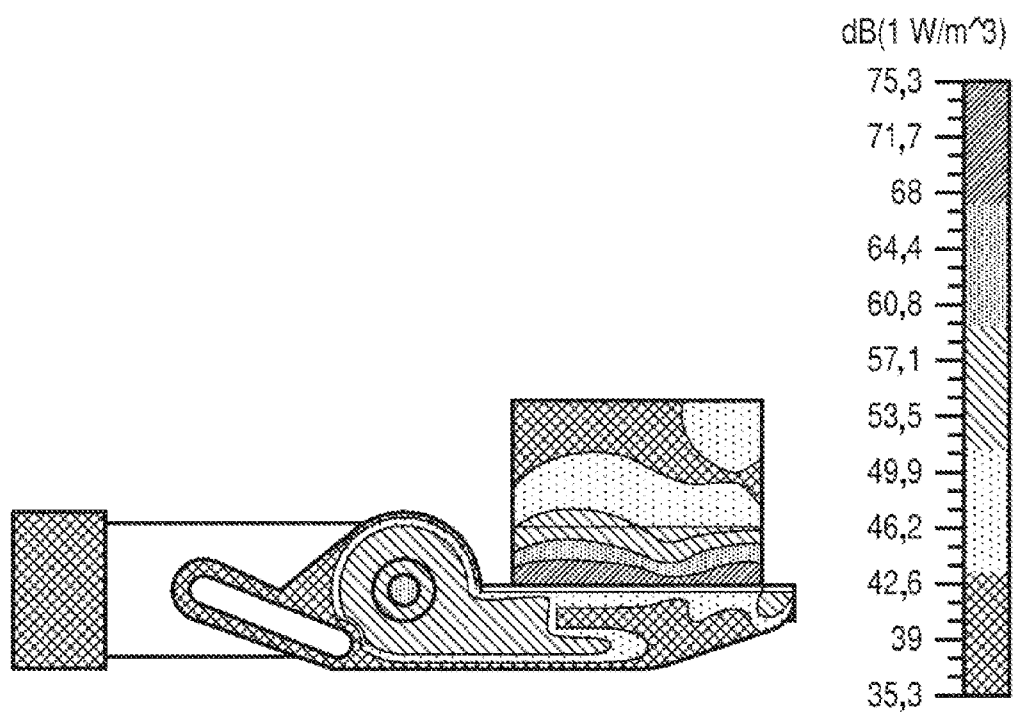


FIG. 12