

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 960 043**

51 Int. Cl.:

G01N 21/65 (2006.01)

A61B 1/07 (2006.01)

A61B 5/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.02.2022 PCT/EP2022/053420**

87 Fecha y número de publicación internacional: **18.08.2022 WO22171824**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.02.2022 E 22704777 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.07.2023 EP 4100723**

54 Título: **Sonda de espectroscopia Raman, aparato de espectroscopia Raman que incluye la sonda de espectroscopia Raman y un conjunto alargado**

30 Prioridad:

12.02.2021 GB 202101994

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

29.02.2024

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

HANCOCK, CHRISTOPHER PAUL

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 960 043 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

Sonda de espectroscopia Raman, aparato de espectroscopia Raman que incluye la sonda de espectroscopia Raman y un conjunto alargado

5 **Campo técnico**

La invención también se refiere a un aparato de espectroscopia Raman que incluye la sonda de espectroscopia Raman y un dispositivo de análisis. La sonda de espectroscopia Raman tiene una luz configurada para recibir un instrumento alargado (p. ej., una cámara, un instrumento quirúrgico y/o un dispositivo terapéutico electroquirúrgico para suministrar radiación electromagnética para el tratamiento de tejidos), y al menos una fibra Raman dispuesta fuera de la luz.

Antecedentes

15 La espectroscopia Raman se puede utilizar para identificar diferentes tipos de tejido de un ser humano o de un mamífero. Además, se ha demostrado que la espectroscopia Raman se puede utilizar para identificar tejido canceroso u otras formas de degeneración tisular. Esta capacidad de la espectroscopia Raman también se puede utilizar en el tratamiento endoscópico de tejido, por ejemplo, para identificar el tejido que se va a tratar.

20 Los documentos US 8.175.423 y US 8.702.321 divulgan una sonda de Raman endoscópica que incluye una pluralidad de fibras ópticas para captar luz sometida a dispersión Raman.

La visión directa ya sea mediante celdas CMOS o CCD, con iluminación de LED o bombillas halógenas se usa en endoscopios para diagnosticar tejido enfermo a simple vista y se usa comúnmente en salas de endoscopia y broncoscopia.

30 El documento US 2007/038123 A1 divulga un sistema de diagnóstico con sonda arterial de Raman y un método para utilizar el sistema para el diagnóstico de enfermedades vasculares. Un catéter de visión lateral que tiene fibras ópticas suministradoras y colectoras de luz puede emitir luz infrarroja en dirección radial desde el catéter para diagnosticar placas ateroscleróticas en las arterias coronarias. El documento US 2006/217594 A1 se refiere a un endoscopio para obtener imágenes *in vivo* de las células, tejido, órganos o cavidades corporales de seres humanos u otros animales a fin de observar y localizar, diagnosticar y/o tratar la enfermedad. Las fuentes de iluminación, los detectores de imagen y los sensores pueden proporcionarse solos o combinados en la punta extraíble, lo que permite modificaciones funcionales u optimización para un procedimiento particular.

Sumario

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

40 Una sonda de espectroscopia Raman comprende un cuerpo alargado que tiene un extremo distal y un extremo proximal, al menos una fibra Raman y una luz para instrumentos. La al menos una fibra Raman está dispuesta dentro del cuerpo alargado para guiar el paso de la luz entre el extremo proximal y el extremo distal. La luz para instrumentos está dispuesta dentro del cuerpo alargado y se extiende entre el extremo distal y el extremo proximal. La luz para instrumentos está configurada para recibir un instrumento alargado, por ejemplo, la luz para instrumentos puede funcionar como un canal endoscópico de trabajo/operación/instrumentos. La al menos una fibra Raman está dispuesta fuera de la luz para instrumentos.

50 Un aparato de espectroscopia Raman (o unidad de espectroscopia Raman) comprende la sonda de espectroscopia Raman descrita anteriormente y un dispositivo de análisis que incluye una fuente de luz Raman para generar luz monocromática (tal como un láser que emite luz láser a una longitud de onda en el espectro EM entre la luz infrarroja y ultravioleta) y un espectrómetro, en donde la al menos una fibra Raman está conectada (p. ej., en comunicación óptica con) el dispositivo de análisis, en particular, conectada a (p. ej., en comunicación óptica con) la fuente de luz monocromática y/o el espectrómetro. En una disposición particular, la fibra de iluminación también se puede utilizar para suministrar luz en una sola longitud de onda o una pluralidad de longitudes de onda en la región visible para iluminar el tejido de modo que se pueda usar un sensor/serie de sensores CMOS (o CCD) para visualizar el tejido diana y cualquier defecto que pueda verse a simple vista.

60 Los términos "conectado" y "acoplado" se utilizan en el presente documento en un sentido amplio, en tanto en cuanto, cuando se dice que un elemento está conectado/acoplado a otro elemento, debe entenderse que los dos elementos pueden estar conectados/acoplados directamente entre sí de modo que no haya elementos intermedios y también que los dos elementos pueden estar conectados/acoplados indirectamente entre sí de modo que haya uno o más elementos intermedios. Sin embargo, cuando se dice que dos elementos están "conectados directamente" o "acoplados directamente" entre sí, debe entenderse que no existen elementos intermedios entre ellos.

65 La espectroscopia Raman, cuando se utiliza con un dispositivo de exploración (p. ej., un endoscopio o similar), debe

garantizar que se recoja suficiente luz sometida a dispersión Raman en la parte distal y del dispositivo de exploración. Esto se puede lograr proporcionando un gran área de sección transversal de al menos una fibra Raman en comparación con el área de sección transversal del dispositivo de exploración. Disponiendo al menos una fibra Raman fuera de la luz para instrumentos y, por tanto, opcionalmente en o cerca del perímetro del dispositivo de exploración, el área de la sección transversal de al menos una fibra Raman se puede agrandar manteniendo al mismo tiempo el diámetro de la luz para instrumentos y del dispositivo de exploración. Cuanto mayor sea el diámetro de la fibra colectora y/o cuanto mayor sea el número de fibras colectoras, mejor, ya que esto permitirá captar la mayor cantidad posible de luz dispersa, lo que conducirá a la captación de la señal eléctrica más alta posible para su procesamiento una vez que los fotones captados se conviertan en electrones.

La espectroscopia Raman es una técnica espectroscópica que se puede utilizar para analizar tejidos determinando los modos vibratorios de las moléculas, aunque también se pueden observar modos rotacionales y otros modos de baja frecuencia de los sistemas cuando la energía EM incidente se encuentra en la región del infrarrojo lejano o incluso de las microondas/ondas milimétricas. La espectroscopia Raman proporciona una huella estructural mediante la cual se pueden identificar moléculas que luego pueden asociarse con un cierto tipo de tejido y/o cierto tipo de degeneración del tejido, por ejemplo, las presentadas por el tejido canceroso.

La espectroscopia Raman se basa en la dispersión inelástica de los fotones, conocida como dispersión Raman. Se utiliza una fuente de luz monocromática, normalmente de un láser en el intervalo visible, infrarrojo cercano o ultravioleta cercano. También puede ser preferible utilizar luz de longitud de onda más larga en la región del infrarrojo medio o lejano. La luz láser interactúa con vibraciones moleculares, fonones u otras excitaciones en el tejido, lo que hace que la energía de los fotones láser se desplace hacia arriba o hacia abajo. El cambio de energía proporciona información sobre los modos de vibración del sistema.

El tejido que se ha de analizar se ilumina con luz monocromática transmitida por al menos una fibra Raman. La radiación electromagnética del tejido iluminado se capta y se envía a un dispositivo de análisis a través de al menos una fibra Raman. Puede estar previsto un monocromador en el dispositivo de análisis. La radiación elástica dispersada en la longitud de onda correspondiente a la línea láser (dispersión de Rayleigh) se filtra mediante un filtro de muesca, filtro de paso de borde o filtro de paso de banda, mientras que el resto de la luz captada se dispersa sobre un detector del dispositivo de análisis.

La al menos una fibra Raman puede incluir al menos una fibra colectora para guiar la luz desde el extremo distal al extremo proximal y/o al menos una fibra de iluminación para guiar la luz desde el extremo proximal al extremo distal. La fibra de iluminación también se puede utilizar para suministrar luz blanca de banda ancha o luz de banda estrecha para visión directa así como espectroscopia Raman. En esta disposición, se puede utilizar un interruptor óptico o un acoplador óptico para suministrar la luz láser monocromática para Raman o la luz de banda ancha de, por ejemplo, una bombilla halógena para visión directa. Los detalles se describirán más adelante.

La sonda de espectroscopia Raman se puede conectar al dispositivo de análisis. El dispositivo de análisis puede incluir una fuente de luz Raman monocromática, tal como uno o más láseres, para iluminar el tejido que se vaya a analizar. La fuente de luz Raman se puede conectar a (p. ej., en comunicación óptica con) la al menos una fibra Raman, en particular, conectar a (p. ej., en comunicación óptica con) la al menos una fibra de iluminación. El dispositivo de análisis también puede incluir componentes para analizar la luz sometida a dispersión Raman emitida por el tejido que fue sometido a la iluminación con la luz emitida por la fuente de luz Raman. Por ejemplo, el dispositivo de análisis puede incluir filtros, tales como un filtro de muesca, filtro de paso de borde o filtro de paso de banda, para filtrar la luz sometida a dispersión Rayleigh desde la retroalimentación luminosa al dispositivo de análisis a través de al menos una fibra colectora. El dispositivo de análisis puede incluir un espectrómetro para determinar la intensidad y/o la longitud de onda de la luz sometida a dispersión Raman. El espectrómetro puede incluir medios para dispersar la luz que se va a analizar y un detector óptico para detectar la luz, tal como el detector CCD. Los medios para dispersar la luz que se va a analizar pueden separar espacialmente la luz dependiendo de la longitud de onda y pueden incluir una rejilla.

La al menos una fibra colectora puede estar acoplada (p. ej., en comunicación óptica con) el espectrómetro y/o la al menos una fibra de iluminación está acoplada a (p. ej., en comunicación óptica con) la fuente de luz láser Raman.

La sonda de espectroscopia Raman se puede utilizar como dispositivo de exploración o junto con un dispositivo de exploración. Por ejemplo, la sonda de espectroscopia Raman se puede insertar en un catéter u otro tipo de dispositivo de exploración, tal como un endoscopio, broncoscopio, cistoscopio, nefroscopio, artoscopio, colonoscopio o laparoscopio. Además, la sonda de espectroscopia Raman se puede utilizar como un endoscopio, broncoscopio, cistoscopio, nefroscopio, artoscopio, colonoscopio o laparoscopio.

Además, la sonda de espectroscopia Raman puede integrarse con un sistema de visión directa que comprende una matriz de sensor CMOS en miniatura, por ejemplo, de 0,65 mm x 0,65 mm, y una fuente de luz blanca. En esta configuración, las mismas fibras utilizadas para la fuente de luz blanca también se pueden utilizar para suministrar la luz láser al tejido diana para la espectroscopia Raman. También puede ser deseable introducir la sonda de visión directa y la sonda de Raman integrada en un catéter dirigible para reemplazar el uso del endoscopio o el broncoscopio. Por ejemplo, se puede utilizar un catéter dirigible de 3 mm con un tubo de inserción de 1,8 mm de diámetro para dirigir

- la sonda de espectroscopia Raman hacia el bronquio y el árbol bronquial, p. ej., a la 6.^a o 7.^a rama del árbol bronquial, y también permiten la inserción de un dispositivo terapéutico de energía de microondas flexible y/o la sonda del sistema de visión directa/sonda de Raman integrada y/o una sonda de Raman separada y una sonda del sistema de visión directa con fibras de iluminación y la matriz de sensores CMOS/CCD. La sonda de espectroscopia Raman puede ser un instrumento endoscópico o parte de un instrumento endoscópico.
- El cuerpo alargado de la sonda de espectroscopia Raman puede definir las dimensiones exteriores de esa parte de la sonda de espectroscopia Raman que se inserta en una cavidad de un ser humano o un mamífero, un catéter u otro tipo de dispositivo de exploración. El cuerpo alargado puede proporcionar las capacidades endoscópicas de la sonda de espectroscopia Raman.
- El cuerpo alargado y todos los componentes dispuestos dentro del cuerpo alargado pueden ser lo suficientemente flexibles como para ser guiados a través de una cavidad alargada del ser humano o del mamífero que se va a tratar. Por ejemplo, esta cavidad alargada del cuerpo humano puede ser el tubo gastrointestinal o el árbol bronquial de los pulmones que contiene curvas y giros. Dicho de otro modo, el cuerpo alargado y todos los componentes dispuestos dentro del cuerpo alargado pueden ser flexibles para permitir que el extremo distal de la sonda de espectroscopia Raman, que también puede contener una cámara CMOS en miniatura y múltiples anillos de fibra, se vaya flexionando a medida que se mueve por el cuerpo hasta un área diana (sitio diana) de un cuerpo de un ser humano o un mamífero. El sitio diana puede ser una cavidad (o zona o región) o parte de una cavidad (o zona o región) del cuerpo que se va a analizar, tratar y/o fotografiar.
- Aún más, la superficie exterior del cuerpo alargado puede estar hecha de un material que pueda esterilizarse o someterse a las labores de limpieza necesarias para las intervenciones quirúrgicas.
- La sonda de espectroscopia Raman tiene una estructura alargada que puede estar (únicamente) constituida por el cuerpo alargado. El extremo distal del cuerpo alargado es el extremo de la estructura alargada de la sonda de espectroscopia Raman que se va a insertar en un paciente. El extremo proximal del cuerpo alargado está preferentemente conectado al dispositivo de análisis u otros dispositivos a los que se puede conectar el instrumento alargado y, en uso, puede permanecer fuera del paciente. El cuerpo alargado puede definir el extremo distal al extremo proximal de la sonda de espectroscopia Raman.
- La sonda de espectroscopia Raman puede tener una estructura similar a una varilla. La sonda de espectroscopia Raman es flexible perpendicular a su dirección de extensión (correspondiente a una dirección longitudinal) y rígida en sus direcciones de extensión.
- El cuerpo alargado puede tener una estructura tubular y puede incluir una funda para aislar o proteger (p. ej., proteger) otros componentes de la sonda de espectroscopia Raman del exterior, tal como líquidos. La funda puede ser una funda de polímero lubricante para reducir la fricción, por ejemplo, cuando se inserte en un dispositivo de exploración y/o con el tejido circundante.
- El cuerpo alargado puede comprender además una capa de alivio de tensión para limitar la flexión de al menos la fibra Raman. La capa de alivio de tensión puede estar cubierta por la funda descrita anteriormente. La capa de alivio de tensión podría incluir una trenza, una bobina y/o un tubo hecho de un polímero o alambre metálico.
- La luz para instrumentos es un conducto dispuesto dentro del cuerpo alargado de la sonda de espectroscopia Raman. Preferentemente, la luz para instrumentos se extiende completamente desde el extremo distal hasta el extremo proximal. Al menos una parte del instrumento alargado puede disponerse o colocarse dentro de la luz para instrumentos. Debido a la estructura alargada del cuerpo alargado y, por tanto, de la luz para instrumentos, una parte alargada del instrumento alargado puede colocarse o disponerse dentro de la luz para instrumentos. Por ejemplo, un extremo distal del instrumento alargado coincide o está dispuesto cerca de una región en el extremo distal del cuerpo alargado. Un extremo proximal del instrumento alargado puede extenderse más allá del extremo proximal del cuerpo alargado.
- La luz para instrumentos puede estar definida por una pared o superficie que rodea la luz para instrumentos desde el extremo distal hasta el extremo proximal. La luz para instrumentos puede estar separada del espacio restante dentro del cuerpo alargado de manera hermética a los líquidos. La pared puede estar constituida por un tubo hueco dispuesto dentro del cuerpo alargado.
- También es posible que la luz para instrumentos esté definida por los componentes dispuestos dentro del cuerpo alargado tales como la al menos una fibra de iluminación, la al menos una fibra colectora y un material de relleno colocado entre las fibras. En este caso, no puede haber ninguna pared separada para proporcionar la luz para instrumentos.
- La fibra Raman es una fibra óptica, tal como una fibra monomodal o una fibra multimodal. La al menos una fibra de iluminación puede denominarse fibra de excitación y está configurada para transmitir luz, en particular luz láser, desde el extremo proximal hasta el extremo distal. Opcionalmente, la al menos una fibra de iluminación se extiende más allá

del extremo proximal del cuerpo alargado y está conectada a una fuente de luz Raman tal como un láser.

La fuente de luz Raman (o fuente de luz de excitación) puede configurarse para generar luz monocromática que tenga una longitud de onda/frecuencia que coincida con la frecuencia de excitación de la molécula que se va a analizar mediante espectroscopia Raman. La luz monocromática puede ser luz que tenga una única longitud de onda o en donde el intervalo de longitud de onda sea estrecho. Por ejemplo, la longitud de onda está en el espectro visible, tal como 785 nm con 100 mW de potencia. Sin embargo, se pueden utilizar longitudes de onda más largas (frecuencias más bajas) hasta frecuencias del infrarrojo lejano que también se encuentran en la banda de ondas de THz o mm. El infrarrojo lejano (FIR) es una región del espectro infrarrojo de radiación electromagnética. El infrarrojo lejano se define a menudo como cualquier radiación con una longitud de onda de 15 micrómetros (μm) a 1 mm (correspondiente a un intervalo de aproximadamente 20 THz a 300 GHz).

El extremo distal de al menos una fibra de iluminación se puede tratar de tal manera que se pueda emitir luz desde el extremo distal de al menos una fibra de iluminación. Por ejemplo, la superficie del extremo distal de al menos una fibra de iluminación puede estar inclinada hacia la extensión de las direcciones de extensión. El ángulo de inclinación puede ser de 90° o menor. Como alternativa o adicionalmente, la superficie del extremo distal de al menos una fibra de iluminación puede estar conectada a una estructura de lente. Se pueden proporcionar ambas opciones para dirigir la luz emitida desde al menos una fibra de iluminación a una parte del área diana.

Opcionalmente, la al menos una fibra de iluminación puede someterse a un tratamiento superficial tal como la aplicación de un recubrimiento para reducir la retrodispersión.

La al menos una fibra colectora está configurada para transmitir luz, en particular, luz sometida a dispersión Raman desde el sitio diana, desde el extremo distal hasta el extremo proximal. El extremo distal de al menos una fibra colectora se puede tratar de manera que se pueda captar la luz, es decir, acoplado al extremo distal de al menos una fibra colectora. Por ejemplo, la superficie del extremo distal de al menos una fibra colectora puede estar inclinada hacia la extensión de las direcciones de extensión. El ángulo de inclinación puede ser de 90° o menor. Como alternativa o adicionalmente, la superficie del extremo distal de al menos una fibra colectora puede estar conectada a una estructura de lente. Se pueden proporcionar ambas opciones para captar tanta como la luz sometida a dispersión Raman de la parte iluminada del área diana y para acoplar la luz sometida a dispersión Raman a la al menos una fibra colectora. La al menos una fibra colectora puede estar conectada al dispositivo de análisis, en particular al espectrómetro.

Opcionalmente, una pluralidad de fibras Raman, en particular una pluralidad de fibras de iluminación y/o una pluralidad de fibras colectoras, se pueden proporcionar. La al menos una fibra colectora y la al menos una fibra de iluminación pueden estar fijadas entre sí. Por ejemplo, el espacio entre al menos una fibra de iluminación y al menos una fibra colectora puede llenarse con un adhesivo y/u otro material de relleno.

La al menos una fibra Raman puede estar dispuesta entre la luz para instrumentos y el cuerpo alargado. Dicho de otro modo, la al menos una fibra Raman puede estar dispuesta entre la superficie exterior de la luz para instrumentos y una superficie interior del cuerpo alargado. Por ejemplo, la al menos una fibra Raman puede estar dispuesta en un espacio definido por la pared que rodea la luz para instrumentos y el cuerpo alargado.

La disposición de la pluralidad de fibras Raman puede ser tal que el espacio definido por la pluralidad de fibras Raman no esté dispuesto al lado de la luz para instrumentos en una vista en sección transversal.

Opcionalmente, al menos una parte de la pluralidad de fibras Raman está en contacto con la luz para instrumentos. Por tanto, las fibras Raman restantes están dispuestas entre el cuerpo alargado y una pluralidad de fibras Raman en contacto con la luz para instrumentos. Por ejemplo, en una vista en sección transversal, la pluralidad de fibras Raman puede estar dispuesta en una o más secciones que están dispuestas entre la luz para instrumentos y el cuerpo alargado. En concreto, una o más secciones siguen la forma de la luz para instrumentos. Dicho de otro modo, en una vista en sección transversal, la forma exterior de una o más secciones está alineada con la forma de la luz para instrumentos (p. ej., cada sección puede ser una sección circunferencial y puede tener una forma básicamente en forma de arco).

Opcionalmente, la sonda de espectroscopia Raman puede incluir una segunda luz que se extiende entre el extremo distal y el extremo proximal. La al menos una fibra Raman puede estar dispuesta dentro de la segunda luz. Preferentemente, en una vista en sección transversal del cuerpo alargado, una sección de una superficie exterior de la segunda luz que está más cercana a una sección de una superficie exterior de la luz para instrumentos se extiende paralela a la sección de la superficie exterior de la luz para instrumentos. Es decir, una forma en sección transversal de las dos secciones se puede representar mejor esquemáticamente como "((" o "))" que como "()" o ")(".

La segunda luz puede estar proporcionada por una pared o superficie adicional que está dispuesta dentro del cuerpo alargado y se extiende desde el extremo distal hasta el extremo proximal. Una sección de la superficie exterior de la pared de la segunda luz que está más cercana a la pared de la luz para instrumentos puede extenderse paralela (es decir, teniendo una distancia constante a lo largo de la sección de la superficie exterior de la pared de la segunda luz) a la correspondiente sección de la superficie exterior de la luz para instrumentos. Por tanto, la superficie exterior de la

segunda luz en la que está dispuesta la al menos una fibra Raman puede seguir la superficie exterior de la luz para instrumentos. Por ejemplo, la superficie exterior de la luz para instrumentos y la superficie exterior de la segunda luz tienen la misma curvatura en secciones correspondientes de las mismas.

5 La segunda luz puede estar separada de la luz para instrumentos. Como alternativa, la segunda luz está en contacto directo con la luz para instrumentos. La luz para instrumentos puede estar separada de la segunda luz por la pared o el tubo hueco. Por tanto, la pared o el tubo hueco delimita tanto la luz para instrumentos como la segunda luz.

10 La pluralidad de fibras Raman se puede disponer de tal manera que estén en contacto con la luz para instrumentos. Por ejemplo, la pluralidad de fibras de iluminación y fibras colectoras puede definir una o más secciones (p. ej., secciones circunferenciales) de la superficie de la luz para instrumentos en una vista en sección transversal del cuerpo alargado. Es más, la pluralidad de fibras Raman puede llenar completamente un sector entre la luz para instrumentos y el cuerpo alargado. Por ejemplo, el sector está definido por una parte de la superficie exterior de la luz para instrumentos, una parte de la superficie interior del cuerpo alargado, y líneas que conectan los extremos de la parte de la superficie exterior de la luz para instrumentos con los extremos de la parte de la superficie interior del cuerpo alargado.

20 Opcionalmente, la luz para instrumentos puede estar completamente definida por la disposición de la pluralidad de fibras Raman. Como alternativa, solo secciones de la superficie de la luz para instrumentos pueden estar definidas por la pluralidad de fibras Raman. La pluralidad de fibras Raman puede definir dos o más secciones de la superficie de la luz para instrumentos. Por ejemplo, puede haber dos secciones opuestas de la luz para instrumentos definidas por la pluralidad de fibras Raman. Las secciones restantes de la superficie de la luz para instrumentos pueden estar definidas por un material de relleno dispuesto dentro del cuerpo alargado. Por ejemplo, cuando el cuerpo alargado y la luz para instrumentos tienen una sección transversal básicamente circular, cada sector es una parte diferente en forma de arco, por ejemplo, para usar una analogía con la esfera del reloj, una primera sección puede definir un arco entre las 12 y las 3 en punto, y una segunda sección puede definir un arco entre las 3 y las 12 en punto. Como alternativa, una primera sección puede definir un arco entre las 1 y las 5 en punto, y una segunda sección puede definir un arco entre las 7 y las 11 en punto, y el material de relleno puede disponerse entre las 11 y la 1 en punto, y entre las 5 y las 7 en punto.

30 En una realización opcional, la sonda de espectroscopia Raman comprende además una pluralidad de fibras Raman, en particular una pluralidad de fibras de iluminación y fibras colectoras, en donde, en una vista en sección transversal del cuerpo alargado, la pluralidad de fibras Raman se distribuye alrededor de la circunferencia de la luz para instrumentos, en donde preferentemente la pluralidad de fibras Raman está distribuida alrededor de la mayor parte o la totalidad de la circunferencia de la luz para instrumentos y, en donde aún más preferentemente la pluralidad de fibras Raman forma un anillo de fibras.

40 La pluralidad de fibras de iluminación y fibras colectoras se puede distribuir alrededor de la circunferencia de la luz para instrumentos de manera que las fibras de iluminación y las fibras colectoras no entren en contacto entre sí. El espacio entre las fibras de iluminación y las fibras colectoras puede llenarse con un adhesivo o un material de relleno que puede contribuir a la definición de la luz para instrumentos. Como alternativa, la luz para instrumentos está definido por una pared mediante la cual la pluralidad de fibras de iluminación y fibras colectoras puede estar en contacto con la pared. En estos casos, se pueden proporcionar fibras de iluminación y/o fibras colectoras adicionales que estén espaciadas de la luz para instrumentos por la pluralidad de fibras colectoras y fibras de iluminación descrita anteriormente y que define o participa en la definición de la luz para instrumentos.

50 La pluralidad de fibras de iluminación y fibras colectoras puede estar dispuesta en una o más secciones alrededor de la circunferencia de la luz para instrumentos o pueden rodear completamente la circunferencia de la luz para instrumentos. Como se ha comentado, la pluralidad de fibras de iluminación y fibras colectoras puede estar empacitada estrechamente de modo que las fibras entren en contacto entre sí o puedan estar espaciadas entre sí, por ejemplo, mediante un material de relleno.

55 La disposición que no está en contacto entre sí puede reducir el acoplamiento cruzado de luz entre las fibras individuales. Sin embargo, es posible que la pluralidad de fibras Raman pueda estar cubierta por un material ópticamente no transparente para reducir o eliminar el acoplamiento cruzado de luz entre fibras individuales. En este caso, la pluralidad de fibras de iluminación y fibras colectoras pueden estar en contacto entre sí, en particular, los materiales de cubierta ópticamente opacos de las fibras Raman están en contacto entre sí.

60 En una vista en sección transversal, una línea que intersecciona con la pluralidad de fibras de iluminación y fibras colectoras puede extenderse alrededor de la circunferencia de la luz para instrumentos, ya sea completamente o al menos una parte de la misma. La línea que intersecciona con la pluralidad de fibras de iluminación y fibras colectoras puede no interseccionar con la luz para instrumentos en una vista en sección transversal.

65 El cuerpo alargado y/o la luz para instrumentos pueden tener una forma circular, rectangular, ovalada o elipsoide en una vista en sección transversal. La pluralidad de fibras de iluminación y fibras colectoras que están dispuestas en contacto con la luz para instrumentos pueden seguir la forma circular, rectangular, ovalada o elipsoide de la luz para

instrumentos de manera que al menos una parte de la pluralidad de fibras de iluminación y fibras colectoras esté dispuesta de forma circular, rectangular, ovalada o elipsoide en una vista en sección transversal del cuerpo alargado. Por tanto, al menos una parte de la pluralidad de fibras de iluminación y fibras colectoras está dispuesta paralela a la forma de la luz para instrumentos en una vista en sección transversal del cuerpo alargado.

5 La disposición de la pluralidad de fibras de iluminación y fibras recolectoras en forma de anillo puede estar constituida de manera que la pluralidad de fibras recolectoras y fibras de iluminación entren en contacto entre sí a lo largo de la circunferencia de la luz para instrumentos. Dependiendo de la forma de la luz para instrumentos en una vista transversal, el anillo de fibras colectoras y fibras de iluminación puede tener una forma en una vista en sección transversal que sea idéntica a la forma de la luz para instrumentos. Preferentemente, la luz para instrumentos tiene una forma circular en una sección transversal y el anillo de fibras colectoras y/o fibras de iluminación puede ser circular en una vista en sección transversal.

15 La presencia de la pluralidad de fibras de iluminación y fibras colectoras alrededor de la circunferencia de la luz para instrumentos ayuda a reducir un área en sección transversal del cuerpo alargado de una manera ventajosa: la pluralidad de fibras de iluminación y fibras colectoras está dispuesta cerca del perímetro del cuerpo alargado proporcionando suficiente espacio para disponer un gran número de fibras colectoras y fibras de iluminación, ya que la pluralidad de fibras está dispuesta radialmente en el exterior. La luz para instrumentos está dispuesta radialmente en el interior. De este modo, para un diámetro dado del radio del cuerpo alargado y de la luz para instrumentos, el espacio se asigna ventajosamente en comparación con una manera en la que la luz para instrumentos y la pluralidad de fibras colectoras y fibras de iluminación están dispuestas una al lado de la otra.

25 En una realización opcional, la sonda de espectroscopia Raman comprende además una pluralidad de fibras Raman que incluye una pluralidad de fibras de iluminación y una pluralidad de fibras colectoras, en donde, en una vista en sección transversal del cuerpo alargado, la pluralidad de fibras de iluminación está dispuesta en un primer anillo de fibras y una pluralidad de fibras colectoras está dispuesta en un segundo anillo de fibras dispuestas coaxialmente con el primer anillo de fibras.

30 El segundo anillo de fibras colectoras puede rodear el primer anillo de fibras de iluminación; es decir, la pluralidad de fibras colectoras está dispuesta radialmente fuera de la pluralidad de fibras de iluminación. De este modo, se pueden proporcionar más fibras colectoras en comparación con el número de fibras de iluminación. Como se ha expuesto anteriormente, se puede captar más luz sometida a dispersión Raman si se aumenta el número de fibras colectoras. Por tanto, esta disposición proporciona una disposición muy compacta de fibras colectoras y fibras de iluminación, lo que da lugar a un gran número de fibras de iluminación y fibras colectoras. Es más, las fibras de iluminación y las fibras colectoras pueden disponerse fácilmente dentro del cuerpo alargado. Por ejemplo, se proporciona el anillo de fibras de iluminación y luego, posteriormente, el anillo de fibras colectoras.

40 La pluralidad de fibras de iluminación y fibras colectoras pueden estar en contacto entre sí. El primer anillo de fibras de iluminación puede estar separado del segundo anillo de fibras colectoras por una pared intermedia u otro componente estructural dispuesto dentro del cuerpo alargado. Sin embargo, también es posible que el primer anillo de fibras de iluminación esté en contacto con el segundo anillo de fibras colectoras.

45 La luz para instrumentos puede estar dispuesta dentro del primer anillo de fibras de iluminación. En una vista en sección transversal del cuerpo alargado, la luz para instrumentos, el primer anillo de fibras de iluminación, el segundo anillo de fibras colectoras y/o el cuerpo alargado pueden estar dispuestos coaxialmente.

50 En una realización opcional, la sonda de espectroscopia Raman comprende además una pluralidad de fibras Raman que incluye una pluralidad de fibras de iluminación y una pluralidad de fibras colectoras, en donde, en una vista en sección transversal del cuerpo alargado, las fibras de iluminación y las fibras colectoras están dispuestas alternativamente en un anillo de fibras o un grupo de la pluralidad de fibras colectoras está dispuesto en una primera sección del anillo único y un grupo de la pluralidad de fibras de iluminación dispuestas en una segunda sección del anillo único. Como se ha mencionado previamente, puede ser deseable tener más fibras colectoras que fibras de iluminación de modo que, tras disponerlas alternativamente, un grupo más pequeño de fibras de iluminación (p. ej., 1 o 2) puede alternarse con un grupo mayor de fibras colectoras (p. ej., 4 o 6). También, cuando no se disponen alternativamente, el grupo de fibras de iluminación (p. ej., ubicado en una sección de menor tamaño entre la 1 y las 3 en punto) puede incluir menos fibras que el grupo de fibras colectoras (p. ej., ubicado en una sección de mayor tamaño entre las 3 y la 1 en punto hasta las 12 en punto).

60 Es posible que se puedan proporcionar uno o más anillos individuales adicionales de fibras de iluminación y/o fibras colectoras, por lo que cada uno de los anillos individuales tenga las características descritas anteriormente. Como se ha analizado anteriormente, la pluralidad de fibras de iluminación y fibras colectoras pueden disponerse de manera que estén en contacto entre sí o estén espaciadas entre sí.

65 Opcionalmente, la primera sección de las fibras colectoras es de mayor tamaño que la segunda sección de las fibras de iluminación. Por ejemplo, la primera sección de fibras colectoras incluye dos tercios o tres cuartos del anillo único, mientras que la segunda sección de las fibras de iluminación incluye un tercio o un cuarto del anillo único.

5 En una realización opcional, la sonda de espectroscopia Raman comprende además una pluralidad de fibras Raman que incluye una pluralidad de fibras colectoras y al menos una fibra de iluminación, en donde, en una vista transversal del cuerpo, la pluralidad de fibras colectoras está dispuesta en un único anillo de fibras, en donde preferentemente la al menos una fibra de iluminación está dispuesta radialmente fuera o radialmente dentro del anillo único de fibras colectoras.

10 Preferentemente, dos o más fibras de iluminación están dispuestas radialmente dentro o radialmente fuera del anillo único de fibras de iluminación. Por ejemplo, las dos o más fibras de iluminación están dispuestas en una sección a lo largo del único anillo de fibras colectoras o están distribuidas uniformemente a lo largo del único anillo de fibras colectoras.

15 En una realización opcional, un eje longitudinal del cuerpo alargado es coaxial con un eje longitudinal de la luz para instrumentos.

En una vista en sección transversal del cuerpo alargado, un centro del cuerpo alargado está dispuesto coaxialmente con un centro de la luz para instrumentos. Además, el centro del cuerpo alargado o el centro de la luz para instrumentos pueden estar dispuestos coaxialmente al anillo o anillos de fibras.

20 El eje longitudinal puede extenderse a lo largo del centro del cuerpo alargado o de la luz para instrumentos. El centro puede corresponder al centro de masa. Por ejemplo, el centro puede ser un centro circular si la luz para instrumentos y/o el cuerpo alargado son circulares en una vista en sección transversal.

25 En una realización opcional, la luz para instrumentos está configurada para recibir de manera deslizable el instrumento alargado. Es decir, el instrumento alargado es separable y desmontable de la sonda de espectroscopia Raman. En otra realización, la sonda de espectroscopia Raman incluye el instrumento alargado, en donde el instrumento alargado está dispuesto fijamente en la luz para instrumentos de manera que no sea separable ni desmontable de la sonda.

30 Opcionalmente, el eje longitudinal del cuerpo alargado coincide con el eje longitudinal de la luz para instrumentos.

35 El instrumento alargado puede ser un instrumento endoscópico configurado para insertarse y/o extraerse de la luz para instrumentos. Por ejemplo, se pueden insertar diferentes instrumentos alargados en la luz para instrumentos. En concreto, es posible empujar el instrumento alargado fuera del extremo distal del cuerpo alargado, por ejemplo, para utilizar el instrumento alargado en el sitio diana mientras el instrumento alargado permanece dentro de la luz para instrumentos siempre que la sonda de espectroscopia Raman navegue hasta el sitio diana.

40 En este caso, la luz para instrumentos puede estar definida por una pared o un tubo hueco, la pared del tubo hueco puede configurarse para sellar herméticamente la sonda de espectroscopia Raman. El diámetro interior de la luz para instrumentos puede ser ligeramente mayor que el diámetro exterior del instrumento alargado de manera que el instrumento alargado pueda moverse dentro de la luz para instrumentos.

45 En otra realización, el instrumento alargado se fija a la luz para instrumentos. En este caso, el instrumento alargado es un componente unitario con el cuerpo alargado. Por tanto, la sonda de espectroscopia Raman se puede utilizar para obtener mediciones de espectroscopia Raman y para utilizar las capacidades del instrumento alargado. Por tanto, la sonda de espectroscopia Raman tiene funcionalidades o capacidades adicionales.

50 En una realización opcional, el instrumento alargado es una cámara (endoscópica), un instrumento quirúrgico, un aparato terapéutico para modificar tejido y/o un dispositivo terapéutico electroquirúrgico para suministrar radiación electromagnética para el tratamiento de tejido.

A continuación, se analizará el aparato terapéutico para modificar tejido.

55 La cámara alargada puede ser una cámara endoscópica. La cámara puede incluir un dispositivo de captura de imágenes que puede configurarse para transformar información óptica de una parte del área diana en información eléctrica o digital. Por ejemplo, el dispositivo de captura de imágenes está configurado para transformar la radiación electromagnética, tal como luz, emitida desde una parte del sitio diana en una señal eléctrica o digital o una serie de señales eléctricas o digitales que pueden procesarse para crear una imagen visible de la parte del área diana. La señal eléctrica o digital o la serie de señales eléctricas o digitales pueden considerarse como una imagen eléctrica o imagen digital del área diana. La generación de la imagen eléctrica o imagen digital puede ejecutarse en la región del extremo distal del instrumento electroquirúrgico, por ejemplo, proporcionando un sensor CMOS (matriz) y/o un sensor CCD (matriz) cerca de un extremo distal del dispositivo de captura de imágenes. El procesamiento de la señal eléctrica o digital o la serie de señales eléctricas o digitales puede ejecutarse mediante un dispositivo de representación que también puede incluir una pantalla para representar la imagen visible de la parte capturada del área diana.

65 El dispositivo de captura de imágenes puede configurarse para crear una imagen óptica de la parte del área diana en la región del extremo distal. El dispositivo de captura de imágenes puede configurarse para convertir la imagen óptica

de la parte del área diana en una señal eléctrica o una serie de señales eléctricas, por ejemplo señales digitales, a partir de las cuales se puede reproducir la imagen de la parte del área diana mediante un aparato de procesamiento, tal como un ordenador o procesador con un monitor o el dispositivo de representación. La conversión de la imagen óptica creada por el dispositivo de captura de imágenes en la imagen eléctrica o digital (correspondiente a la señal eléctrica o la serie de señales eléctricas) se puede ejecutar en la región del extremo distal.

El dispositivo de captura de imágenes puede configurarse para producir una señal eléctrica o una serie de señales eléctricas que pueden transformarse en una representación bidimensional o tridimensional de una parte del sitio diana. Es decir, la cámara no transmite necesariamente información óptica desde el extremo distal al extremo proximal, sino que transforma la información óptica en información eléctrica en la región del extremo distal. Para este fin, se dispone un sensor óptico del dispositivo de captura de imágenes cerca o próximo al extremo distal del instrumento electroquirúrgico.

El dispositivo de captura de imágenes puede incluir uno o más dispositivos de lentes y/o uno o más sensores ópticos. El dispositivo de lente se puede usar para proyectar haces de luz entrantes que se originan desde la parte del sitio diana sobre el sensor óptico (para crear una imagen óptica de la parte del sitio diana en el sensor óptico). El dispositivo de lente puede incluir una o más lentes ópticas y/o una apertura (ajustable). Sin embargo, podría ser que el dispositivo de la lente sea un orificio. El sensor óptico puede configurarse para convertir la luz entrante en señales eléctricas. Por ejemplo, el sensor óptico puede ser un sensor semiconductor de óxido metálico complementario (CMOS, *Complementary Metal-Oxide-Semiconductor*) o un dispositivo de carga acoplada (CCD, *Charge-Coupled Device*). El sensor CMOS puede tener hasta 40.000 píxeles. El sensor CMOS puede ser un chip cuadrático o cuadrado que tenga una longitud y una anchura de hasta 0,65 mm cada una. El dispositivo de lente y/o el sensor óptico pueden estar dispuestos en la zona del extremo distal. El procesamiento de las señales eléctricas generadas por el sensor óptico puede ejecutarse mediante el dispositivo de representación al que se puede conectar el dispositivo de captura de imágenes.

El dispositivo de captura de imágenes puede ser una cámara o cualquier otro medio para convertir información óptica en información eléctrica indicativa de una parte del área diana. La cámara alargada se puede configurar para capturar imágenes de luz visible, luz ultravioleta y/o luz infrarroja. La cámara alargada también puede configurarse para identificar la ubicación de marcadores en el sitio diana.

El dispositivo de captura de imágenes puede tener un eje óptico principal que esté definido por el dispositivo de lente respectivo y/o el orificio. El eje óptico principal es opcionalmente paralelo a la dirección de una extensión longitudinal del cuerpo alargado. En este caso, el dispositivo de captura de imágenes y/o la cámara alargada están configurados para mirar hacia adelante. Como alternativa o adicionalmente, el eje óptico principal puede estar inclinado en la dirección de la extensión longitudinal del cuerpo alargado. Por ejemplo, el dispositivo de captura de imágenes está configurado para mirar hacia un lado; el eje óptico principal podrá estar inclinado 90° con respecto a la dirección de extensión, o cualquier otro ángulo entre 0° y 90°. El dispositivo de lente y/o el orificio pueden estar dispuestos en una superficie lateral del instrumento electroquirúrgico o del cuerpo.

Las señales eléctricas generadas por el dispositivo de captura de imágenes pueden suministrarse al dispositivo de representación. Para este fin, la cámara alargada puede incluir uno o más cables, alambres y/u otros componentes conductores que estén configurados para transmitir señales eléctricas generadas por el dispositivo de captura de imágenes desde el extremo distal del cuerpo alargado hasta el extremo proximal. Los cables, alambres y/u otros componentes conductores pueden extenderse más allá del extremo proximal del cuerpo alargado y pueden conectarse al dispositivo de representación. Los cables, alambres y/u otros componentes conductores pueden disponerse dentro de un cuerpo de cámara de la cámara alargada.

El dispositivo de representación puede incluir un procesador y/o un sistema de representación. El dispositivo de representación puede ser un ordenador que tenga un monitor o una pantalla. Las señales eléctricas generadas por el dispositivo de captura de imágenes son procesadas por el procesador y mostradas en el sistema de representación.

La cámara alargada puede estar constituida alternativa o adicionalmente por una o más fibras de cámara. Las fibras de cámara pueden incluir al menos una fibra de iluminación de la cámara que está configurada para guiar la luz desde el extremo proximal al extremo distal y/o al menos una fibra de formación de imágenes que está configurada para guiar la luz desde el extremo distal al extremo proximal. En concreto, la fibra de formación de imágenes se extiende más allá del extremo proximal del cuerpo alargado y puede conectarse a un dispositivo de representación. Las fibras de formación de imágenes, como las fibras colectoras, guían la luz reunida en el extremo distal del cuerpo alargado hacia un sensor óptico dispuesto dentro del dispositivo de representación. El sensor óptico puede configurarse como se ha descrito anteriormente. El dispositivo de representación puede incluir un sistema de representación para mostrar una parte del área diana fotografiada mediante el dispositivo de captura de imágenes.

Las fibras de iluminación de la cámara también pueden estar conectadas al dispositivo de representación que puede incluir una fuente de luz de la cámara. La fuente de luz de la cámara puede proporcionar luz en el espectro visible, es decir, luz blanca (por ejemplo, entre 400 nm y 700 nm) o en un intervalo de longitud de onda desplazado con respecto a la longitud de onda generada por la fuente de luz Raman. Por ejemplo, la fuente de luz de la cámara genera luz en

una banda estrecha, por ejemplo, luz verde (opcionalmente entre 520 nm y 560 nm) o luz azul (opcionalmente entre 450 nm y 490 nm). Como alternativa o adicionalmente, la fuente de luz de la cámara puede incluir una fuente de luz blanca y uno o más filtros de paso de banda óptica para generar luz en una banda estrecha, tal como luz azul y/o verde.

5 La fuente de luz Raman genera luz que tiene una longitud de onda en el espectro ultravioleta (por ejemplo, 244 nm, 257 nm, 325 nm, 364 nm), en el espectro visible (por ejemplo, 457 nm, 473 nm, 488 nm, 514 nm, 532 nm, 633 nm, 660 nm), en el espectro infrarrojo cercano (por ejemplo, 785 nm, 830 nm, 980 nm, 1064 nm) o hasta el espectro infrarrojo medio (IR) o el espectro IR lejano. Un extremo distal de las fibras de iluminación de la cámara puede configurarse para iluminar una parte del área diana de la que se forman imágenes mediante el dispositivo de captura de imágenes y/o la cámara alargada.

15 La cámara alargada también puede incluir un iluminador dispuesto en la región del extremo distal. El iluminador puede incluir un dispositivo de iluminación y/o un extremo distal de una fibra de iluminación o un extremo distal de una pluralidad de fibras de iluminación de cámara. El iluminador está previsto para iluminar el área diana o una parte del área diana, en particular esa parte del área diana que es capturada por el dispositivo de captura de imágenes y/o la cámara alargada.

20 El dispositivo de iluminación puede incluir una o más fuentes de luz que pueden incluir uno o más LED, por ejemplo, situados en la región del extremo distal. El dispositivo de iluminación, en particular, la fuente de luz, puede ser alimentado por un cable de iluminación que está conectado al dispositivo de iluminación y se extiende hasta el extremo proximal. El cable de iluminación puede estar conectado a una fuente de alimentación separada o puede ser alimentado por el dispositivo de representación.

25 El iluminador puede incluir el extremo distal de una o varias fibras ópticas: la(s) fibra(s) de iluminación de la cámara. El extremo distal de la(s) fibra(s) de iluminación de la cámara emite luz que se suministra a la(s) fibra(s) de iluminación de la cámara en el otro extremo, por ejemplo, en el extremo proximal. Por tanto, el iluminador forma parte de la(s) fibra(s) de la cámara. Por ejemplo, el iluminador es una lente o estructura de lente dispuesta en o fijada al extremo distal de la fibra de iluminación o a la pluralidad de fibras de iluminación. El extremo proximal de la fibra de iluminación puede estar conectado a una fuente de luz, tal como una lámpara o un LED, que se pueden disponer en el dispositivo de representación. La(s) fibra(s) de iluminación de la cámara pueden sobresalir del extremo proximal del cuerpo.

30 La cámara alargada puede incluir un cuerpo de cámara que define una superficie exterior de la cámara alargada. El cuerpo de la cámara puede tener las mismas características y/o características que el cuerpo alargado. En concreto, todos los componentes de la cámara alargada pueden disponerse dentro del cuerpo de la cámara si la cámara alargada es un instrumento separado.

40 El diámetro exterior (o el diámetro exterior máximo) corresponde a la distancia más larga entre dos puntos cualesquiera en el perímetro del cuerpo alargado (o cualquier otro componente al que se refiere el diámetro exterior) en una vista en sección transversal.

45 El instrumento quirúrgico puede ser una aguja, un bisturí o cualquier otro instrumento quirúrgico necesario para tratar el tejido en el sitio diana. El instrumento quirúrgico tiene dimensiones exteriores tales que puede insertarse en la luz para instrumentos; el instrumento quirúrgico puede ser un instrumento endoscópico.

50 En una realización opcional, el dispositivo terapéutico electroquirúrgico incluye una línea de transmisión coaxial configurada para transmitir energía electromagnética y un elemento radiante que sobresale de la línea de transmisión y que está dispuesto para recibir la energía electromagnética de la misma, estando configurado el elemento radiante para irradiar la energía electromagnética para el tratamiento de tejidos.

55 El dispositivo terapéutico electroquirúrgico puede configurarse para emitir radiación de radiofrecuencia y/o radiación de microondas. La radiación de radiofrecuencia se puede usar para cortar tejido, mientras que la radiación de microondas se puede usar para extirpar, coagular y/o estimular el tejido en el sitio diana. El dispositivo terapéutico electroquirúrgico incluye opcionalmente el elemento radiante configurado para emitir radiación electromagnética y/o la línea de transmisión para suministrar la energía electromagnética al elemento radiante. La línea de transmisión puede ser un cable coaxial.

60 El elemento radiante puede comprender uno o más elementos conductores. En concreto, si el elemento radiante está configurado para emitir radiación de radiofrecuencia, el elemento radiante incluye al menos dos elementos conductores que están dispuestos cercanos entre sí, pero aislados entre sí. Para cortar tejido, se puede utilizar un campo electromagnético generado entre los dos elementos conductores por la energía electromagnética de radiofrecuencia suministrada al elemento radiante.

65 El elemento radiante puede tener una estructura dipolar o una estructura monopolar; esta última puede usarse para emitir radiación de microondas. El elemento radiante, preferentemente todos los elementos conductores, están dispuestos en y/o sobre el cuerpo del dispositivo terapéutico electroquirúrgico.

El elemento radiante puede sobresalir del extremo distal del cuerpo alargado.

5 Como alternativa, el elemento radiante puede ser empujado fuera de la luz para instrumentos cuando se aplique la radiación electromagnética en el tejido diana, pero puede ser retráctil dentro de la luz para instrumentos cuando no se vaya a aplicar la radiación electromagnética en el tejido diana.

10 En otra realización del dispositivo terapéutico, el elemento radiante comprende una línea de transmisión coaxial proximal para transportar la energía de microondas y una punta de aguja distal montada en un extremo distal de la línea de transmisión coaxial proximal. La punta de la aguja distal está dispuesta para suministrar energía electromagnética al tejido biológico.

15 La línea de transmisión está conectada al elemento radiante para suministrar energía electromagnética desde el extremo proximal al elemento radiante. La línea de transmisión puede incluir cualquier forma de material conductor para transmitir energía electromagnética. La línea de transmisión puede estar conectada al generador en el extremo proximal.

20 En algunas realizaciones, la línea de transmisión coaxial proximal puede comprender un conductor interno que se extiende desde un extremo distal del cable coaxial flexible, estando el conductor interno conectado eléctricamente a un conductor central del cable coaxial flexible; un manguito dieléctrico proximal montado alrededor del conductor interno; y un conductor externo montado alrededor del dieléctrico proximal, en donde la punta de aguja distal comprende un manguito dieléctrico distal montado alrededor del conductor interno, y en donde una parte distal del conductor externo se superpone a una parte proximal del manguito dieléctrico distal.

25 El conductor externo puede ser un tubo conductor, por ejemplo, formado a partir de nitinol, un material que presenta la rigidez longitudinal suficiente para transmitir una fuerza capaz de penetrar el tejido diana. Preferentemente, el tubo conductor también presenta una flexión lateral adecuada para permitir que el instrumento se desplace a través del canal de instrumentos de un dispositivo de exploración quirúrgica. Ventajosamente, el nitinol puede proporcionar la rigidez longitudinal suficiente para perforar la pared del duodeno, para permitir el tratamiento de tejidos en el páncreas,
30 sin dejar de proporcionar un alto grado de flexibilidad lateral. La punta de la aguja distal puede ser sustancialmente rígida, para facilitar la inserción en el tejido biológico.

35 El conductor interno puede estar formado por un material de alta conductividad, por ejemplo, plata. El conductor interno puede tener un diámetro menor que el diámetro del conductor central del cable coaxial flexible. Esto puede facilitar que la parte de punta radiante se doble. Por ejemplo, el diámetro del conductor interno puede ser de 0,25 mm. El diámetro preferido puede tener en cuenta que el parámetro dominante que determina la pérdida (y el calentamiento) a lo largo de la parte de punta radiante es la pérdida del conductor, que es una función del diámetro del conductor interno. Otros parámetros pertinentes son las constantes dieléctricas de los manguitos dieléctricos distal y proximal, y el diámetro y el material usado para el conductor externo. Las dimensiones de los componentes de la línea de
40 transmisión coaxial proximal pueden elegirse para proporcionarle una impedancia que sea idéntica o cercana a la impedancia del cable coaxial flexible (p. ej., aproximadamente 50 Ω).

45 Un extremo proximal de la línea de transmisión puede sobresalir del extremo proximal del cuerpo alargado y puede conectarse a un generador configurado para generar la energía magnética eléctrica.

En una realización opcional, la línea de transmisión está dispuesta fijamente en la luz para instrumentos de manera que un extremo distal de la línea de transmisión coincide con el extremo distal del cuerpo alargado.

50 En este caso, el elemento radiante del dispositivo terapéutico sobresale del extremo distal del cuerpo alargado. La línea de transmisión está dispuesta dentro del cuerpo alargado y puede quedar aislada del entorno mediante el cuerpo alargado.

55 Por ejemplo, en el caso de un cable coaxial como línea de transmisión, la funda aislante exterior del cable coaxial puede ser la pared o el tubo que define la luz para instrumentos. La línea de transmisión puede fijarse a la pared o tubo que define la luz para instrumentos o, en ausencia de la pared del tubo, la línea de transmisión puede fijarse al anillo de fibras y/o al material de relleno dispuesto dentro del cuerpo alargado. La fijación se puede conseguir mediante el uso de un adhesivo.

60 En una realización opcional, la línea de transmisión incluye un conductor interno hueco en el que preferentemente, el elemento radiante es retráctil dentro de un extremo distal del conductor interno hueco.

65 La línea de transmisión puede ser un cable coaxial que tiene un conductor interno hueco, un conductor externo y un material dieléctrico que aísla el conductor interno del conductor externo. El elemento radiante se puede colocar dentro del conductor interno hueco cuando la sonda de espectroscopia Raman se dirige al área diana. El elemento radiante se empuja fuera del conductor interno hueco una vez que el extremo distal de la sonda de espectroscopia Raman está dispuesto en el sitio diana para emitir la radiación electromagnética.

5 En una realización opcional, la sonda de espectroscopia Raman comprende además un dispositivo de tapa montado en el extremo distal del cuerpo alargado y que comprende una estructura óptica acoplada ópticamente a la al menos una fibra de iluminación y/o a la al menos una fibra colectora, en donde preferentemente la estructura óptica incluye al menos una lente.

10 La estructura óptica del dispositivo de tapa puede ser una ventana a través de la cual la luz de la fibra de iluminación puede llegar al área diana y/o la luz sometida a dispersión Raman puede acoplarse a la fibra colectora. La al menos una fibra de iluminación y/o la al menos una fibra colectora pueden fijarse al dispositivo de tapa de manera que las fibras no se puedan mover con respecto al dispositivo de tapa. El dispositivo de tapa puede configurarse adicionalmente para sellar el extremo distal del cuerpo alargado. El dispositivo de tapa puede tener forma de cúpula.

15 Como alternativa o adicionalmente, la estructura óptica incluye una o más lentes o estructuras de lentes que enfocan la luz emitida desde las fibras de iluminación en el área diana y/o enfocan la luz sometida a dispersión Raman en las fibras colectoras. La estructura óptica puede incluir además filtros ópticos.

20 En una realización opcional, el dispositivo de tapa incluye una abertura que está alineada con la luz para instrumentos. En una realización opcional, el dispositivo de tapa retiene un extremo distal de la línea de transmisión dentro del cuerpo alargado. También, el dispositivo de tapa puede incluir un centralizador.

25 La abertura está prevista de manera que el instrumento alargado pueda sobresalir del extremo distal del cuerpo alargado. Aún más, el dispositivo de tapa puede cubrir adicionalmente partes de la luz para instrumentos, en particular un anillo que haga contacto con la circunferencia de la luz para instrumentos en una vista en sección transversal. Por ejemplo, el elemento radiante sobresale a través de la abertura del dispositivo de tapa. El diámetro exterior del elemento radiante es menor que el diámetro exterior de la línea de transmisión. En este caso, el diámetro interior de la abertura corresponde al diámetro exterior del elemento radiante y, por tanto, es menor que el diámetro exterior de la línea de transmisión. Por tanto, la tapa también cubre la parte de la línea de transmisión que se extiende radialmente más allá del diámetro del elemento radiante.

30 El centralizador es un componente eléctrico para fijar el elemento radiante a la línea de transmisión flexible (cable coaxial). El centralizador puede incluir un collar montado sobre una unión entre ellos. El collar puede ser conductor de la electricidad, por ejemplo, formado a partir de latón. Puede conectar eléctricamente el conductor externo de la línea de transmisión proximal al conductor externo del cable coaxial flexible (línea de transmisión).

35 Por tanto, el dispositivo de tapa puede tener la doble función de incluir componentes ópticos para la al menos una fibra colectora y/o la al menos una fibra de iluminación y de asegurar el conector externo del elemento radiante al conductor externo de la línea de transmisión.

40 En una realización opcional, la sonda de espectroscopia Raman comprende además al menos una fibra de formación de imágenes dentro del cuerpo alargado para guiar la luz desde el extremo distal al extremo proximal, estando dispuesta al menos una fibra de formación de imágenes fuera de la luz para instrumentos.

45 La fibra de formación de imágenes puede ser parte de la cámara alargada como se ha descrito anteriormente. La fibra de la cámara incluye al menos una fibra de formación de imágenes y/o al menos una fibra de iluminación de la cámara. La fibra de formación de imágenes y/o la fibra de iluminación de la cámara se pueden mezclar con la fibra de iluminación y la fibra colectora dentro del espacio definido por la superficie exterior de la luz para instrumentos y la superficie interior del cuerpo alargado. Por ejemplo, la al menos una fibra de la cámara, en particular, al menos una fibra de formación de imágenes, está dispuesta en la segunda luz. La disposición y el número de estos diferentes tipos de fibras se pueden seleccionar para lograr capacidades óptimas de formación de imágenes y espectroscopia Raman.

50 En una realización, se proporcionan varias fibras de cámara que pueden estar dispuestas en un anillo en una vista en sección transversal. Cada fibra de la cámara puede extenderse al menos desde el extremo proximal a través del cuerpo alargado hasta el extremo distal. Se puede proporcionar una pluralidad de anillos de fibras de cámara. El anillo de fibras de la cámara puede rodear las fibras de iluminación y/o las fibras colectoras.

55 Las fibras de iluminación de la cámara pueden formar un anillo de fibras que se puede colocar radialmente fuera y radialmente dentro del anillo de fibras de formación de imágenes.

60 En una realización opcional, la sonda de espectroscopia Raman comprende además una tercera luz que se extiende entre el extremo distal y el extremo proximal, en donde preferentemente la al menos una fibra de cámara, en particular, al menos una fibra de formación de imágenes, está dispuesta en la tercera luz.

65 La tercera luz puede estar delimitado por la luz para instrumentos y/o la segunda luz por una pared adicional (p. ej., la pared intermedia) dispuesta dentro del cuerpo alargado y que se extiende desde el extremo distal hasta el extremo proximal. En esta realización, las fibras de iluminación y las fibras colectoras están separadas de las fibras de la cámara, en particular, las fibras de formación de imágenes, por la pared que define la tercera luz.

5 Por ejemplo, la segunda luz y/o la tercera luz pueden ser cilindros huecos; dicho de otro modo, la segunda luz y/o la tercera luz son anillos en una vista en sección transversal del cuerpo alargado. La pared que separa la tercera luz de la segunda luz puede ser en este caso un tubo hueco. La tercera luz y la segunda luz pueden estar dispuestas coaxialmente.

10 En una realización opcional, en una vista en sección transversal del cuerpo alargado, se proporciona una pluralidad de fibras de cámara que se distribuyen alrededor de una circunferencia de la luz para instrumentos y, cuando preferentemente la pluralidad de fibras de la cámara está distribuida alrededor de la mayor parte o la totalidad de la circunferencia de la luz para instrumentos.

15 Por ejemplo, la pluralidad de fibras de formación de imágenes y/o fibras de iluminación de la cámara pueden formar un anillo o una sección de un anillo que está dispuesto coaxialmente con la luz para instrumentos. En una realización opcional, este anillo o una sección de un anillo de fibras de formación de imágenes y/o fibras de iluminación de la cámara pueden estar dispuestos en la tercera luz como se ha descrito anteriormente.

20 Las fibras de formación de imágenes pueden estar dispuestas en un único anillo. De forma similar, las fibras de iluminación de la cámara también pueden estar dispuestas en un solo anillo. Aún más, las fibras de formación de imágenes y las fibras de iluminación de la cámara pueden estar dispuestas en un único anillo. Básicamente, las mismas observaciones con respecto a la disposición de la fibra de iluminación y las fibras colectoras se pueden aplicar igualmente a las fibras de formación de imágenes y a las fibras de inmigración de la cámara, respectivamente.

25 En una realización opcional, cada fibra de formación de imágenes incluye una estructura de lente en su extremo distal, estando configurada la estructura de lente para acoplar luz a las fibras de formación de imágenes.

La estructura de lente puede fabricarse rectificando el extremo distal de las fibras de formación de imágenes. Como alternativa o adicionalmente, la estructura de lente puede unirse al extremo distal de las fibras de formación de imágenes.

30 En una realización opcional, la fibra de formación de imágenes y/o la fibra de iluminación de la cámara están acopladas a la estructura óptica del dispositivo de tapa.

35 La estructura óptica puede incluir lentes adicionales y/u otros componentes ópticos para las fibras de formación de imágenes y/o las fibras de iluminación de la cámara. Dicho de otro modo, la estructura de lente está acoplada ópticamente a las fibras de formación de imágenes y/o a las fibras de iluminación de la cámara. La estructura de lente para las fibras de formación de imágenes y/o fibras de iluminación de la cámara puede ser una ventana ópticamente transparente. En este caso, las lentes y/u otros componentes ópticos pueden unirse al extremo distal de la fibra de formación de imágenes y/o la fibra de iluminación de la cámara. La ventana puede estar hecha de sílice fundida o fluoruro de magnesio (MgF_2)

40 En una realización opcional, el dispositivo de análisis incluye además una fuente de iluminación para generar luz no monocromática y un componente de iluminación óptica, en donde el componente de iluminación óptica está conectado a al menos una fibra Raman, la fuente de luz Raman y la fuente de iluminación, y en donde el componente de iluminación óptica está configurado para acoplar selectiva o permanentemente la luz monocromática de la fuente de luz Raman y/o la luz no monocromática de la fuente de iluminación a la al menos una fibra Raman.

50 La fuente de iluminación puede corresponder a la fuente de luz de la cámara, sin embargo, no se dispone en el dispositivo de representación, sino en el dispositivo de análisis. Esto puede resultar beneficioso si el instrumento alargado es una cámara alargada que no proporciona iluminación del sitio diana; la iluminación del sitio diana se logra utilizando la fuente de iluminación y al menos una fibra Raman. Por ejemplo, la cámara alargada no incluye un iluminador o incluye únicamente fibras de formación de imágenes conectadas al sensor óptico del dispositivo de representación. La fuente de iluminación está opcionalmente acoplada a al menos una fibra de iluminación. La fuente de iluminación puede tener las mismas características y/o rasgos distintivos que la fuente de luz de la cámara.

55 El componente de iluminación óptica puede ser un interruptor óptico en una realización, por ejemplo, un interruptor unipolar-bipolar. El interruptor óptico puede configurarse para conmutar selectivamente la fuente de luz que se introduce en la al menos una fibra Raman. Por ejemplo, al realizar mediciones de espectroscopia Raman, el interruptor óptico acopla la luz de la fuente de luz Raman a la al menos una fibra Raman (iluminación). Al tomarse imágenes del sitio diana con la cámara alargada, el interruptor óptico acopla la luz de la fuente de iluminación a la al menos una fibra Raman (iluminación). En una disposición en la que se utilizan las mismas fibras y se conmutan las fuentes, las mediciones deben realizarse lo suficientemente rápido para evitar que el lado visual del sistema se vea afectado, es decir, es posible que sea necesario realizar la medición en un intervalo de tiempo de 10 ms por segundo.

65 También puede ser posible que el interruptor óptico acople simultáneamente o al mismo tiempo tanto la luz de la fuente de luz Raman como la luz de la fuente de iluminación a la al menos una fibra Raman (iluminación), por ejemplo, cuando se realizan simultáneamente mediciones de imágenes y espectroscopia Raman.

En otra realización, el componente de iluminación óptica puede ser un acoplador óptico que acople permanentemente las luces tanto de la fuente de luz Raman como de la fuente de iluminación a la al menos una fibra Raman (iluminación). El acoplador óptico puede ser un acoplador de derivación en Y. Dependiendo de la función que vaya a realizar, la fuente de luz Raman y/o la fuente de iluminación se encienden o apagan selectivamente.

En una realización opcional, el dispositivo de análisis incluye además un componente de detección óptica, en donde el componente de detección óptica está conectado a al menos una fibra Raman, la fuente de luz Raman y el espectrómetro, y en donde el componente de detección está configurado para encaminar la luz monocromática de la fuente de luz Raman hacia la al menos una fibra Raman y la luz desde al menos una fibra Raman al espectrómetro.

El componente de detección óptica puede incluir un conmutador de división de tiempo y/o un multiplexor. El componente de detección óptica puede configurarse para encaminar la luz dependiendo de la longitud de onda, polarización y/o fase. Esto puede ayudar a reducir/filtrar la luz sometida a dispersión Rayleigh de la luz sometida a dispersión Raman. Sin embargo, el componente de detección óptica puede incluir un acoplador y, opcionalmente, algunos filtros ópticos.

En esta realización, solo se proporciona un tipo de fibras Raman, por ejemplo, solo fibras de colección. Las mismas fibras Raman se utilizan para guiar la luz desde el extremo proximal al extremo distal, así como desde el extremo distal al extremo proximal.

El componente de detección óptica acopla la luz de la fuente de luz Raman a la fibra Raman. Además, el componente de detección óptica dirige la luz sometida a dispersión Raman al espectrómetro. Esta funcionalidad se puede realizar de forma selectiva, por ejemplo, separada temporalmente o dependiendo de la longitud de onda respectiva. El componente de detección óptica puede ayudar a reducir la cantidad de fibras Raman o aumentar la cantidad de fibras que actúan como fibras colectoras, ya que cada fibra actúa como una fibra colectora.

Aún más, la invención se refiere a una sonda combinada de espectroscopia Raman y una cámara de visión directa, p.ej., una cámara CMOS en miniatura con luz blanca adecuada o formación de imágenes de banda estrecha. Esta espectroscopia Raman combinada y visión directa que tiene lugar en la región visible del espectro EM también puede formar un dispositivo independiente, así como un dispositivo integrado con una fuente de energía terapéutica.

Para este fin, la cámara alargada descrita anteriormente puede fijarse permanentemente a la luz para instrumentos. La cámara alargada puede incluir el dispositivo de captura de imágenes como se ha descrito anteriormente. El dispositivo de captura de imágenes puede incluir el sensor CMOS. Como se ha descrito anteriormente, la iluminación para la formación de imágenes puede ser proporcionada por las fibras de iluminación de la cámara y/o usando las fibras de iluminación para iluminar el sitio diana (como anteriormente).

Por ejemplo, un anillo de fibras de iluminación de la cámara rodea la cámara alargada y, por tanto, la luz para instrumentos. El anillo de fibras de iluminación de la cámara puede estar rodeado por un anillo de fibras de iluminación que, a su vez, puede estar rodeado por un anillo de fibras colectoras. Sin embargo, son posibles otras disposiciones de los diferentes tipos de fibras como se ha analizado anteriormente.

En otra realización, un anillo de fibras de iluminación rodea la cámara alargada y, por tanto, la luz para instrumentos. El anillo de fibras de iluminación puede estar rodeado por un anillo de fibras colectoras. Sin embargo, son posibles otras disposiciones de los diferentes tipos de fibras como se ha analizado anteriormente. En esta realización, las fibras de iluminación se pueden usar para proporcionar iluminación tanto para imágenes como para mediciones Raman (ver arriba).

El aparato de espectroscopia Raman de acuerdo con la presente invención comprende además una fuente de luz fototerapéutica configurada para generar luz que tiene una intensidad configurada para modificar el tejido. Se puede proporcionar al menos una fibra terapéutica dentro del cuerpo alargado. Opcionalmente, la al menos una fibra terapéutica está dispuesta fuera de la luz para instrumentos. Un extremo proximal de la al menos una fibra terapéutica puede estar acoplado a la fuente de luz fototerapéutica. La al menos una fibra terapéutica puede configurarse para guiar la luz desde la fuente de luz fototerapéutica hasta el extremo distal.

La fuente de luz del tratamiento puede incluir un láser, en particular, un láser semiconductor. La fuente de luz fototerapéutica puede generar luz que tiene una longitud de onda en el espectro visible, por ejemplo, entre 380 nm y 700 nm. La intensidad de la luz (láser) generada por la fuente de luz fototerapéutica puede ser suficiente para modificar, en particular, cortar, coagular y/o extirpar, tejido del interior del cuerpo humano. En concreto, la intensidad de la luz generada por la fuente de luz fototerapéutica puede ser suficiente para cortar tejido blando tal como tejido muscular o tejido canceroso dentro de un órgano. La intensidad de la luz generada por la fuente de luz fototerapéutica puede ser solo lo suficientemente alta como para modificar el tejido en un punto focal donde la luz láser se enfoca en un volumen pequeño.

La luz generada por la fuente de luz del tratamiento puede ser de onda continua (CW) o pulsada. La potencia en el

modo CW puede variar entre 1 W y 100 W. En el modo pulsado, la potencia podría ser de 10 W a 1000 W pulsados con un ciclo de trabajo del 10 %.

5 La fuente de luz fototerapéutica puede configurarse para generar luz de una única longitud de onda o puede configurarse para generar luz de múltiples longitudes de onda. Para este fin, la fuente de luz fototerapéutica puede incluir uno o más láseres, en particular, láseres semiconductores. La salida de la fuente de luz fototerapéutica se acopla a la fibra terapéutica o a la pluralidad de fibras terapéuticas. Para este fin, una o más lentes, un sistema de lentes (p. ej., una disposición de lentes colimadoras) y/u otros componentes ópticos se pueden proporcionar para acoplar la luz láser generada por la fuente de luz fototerapéutica a la fibra terapéutica.

10 La fibra terapéutica puede configurarse para propagar la luz generada por la fuente de luz fototerapéutica con poca o ninguna absorción. Por ejemplo, la absorción de la luz láser por la fibra terapéutica puede ser inferior al 5 %, inferior al 3 % o inferior al 1 %. La absorción puede ser inferior a 0,1 dB/m. La fibra terapéutica puede ser una fibra óptica que tenga un diámetro exterior de 0,2 mm a 2 mm. La fibra terapéutica puede tener un diámetro mayor en comparación con la fibra Raman o la fibra de cámara. La longitud de la fibra terapéutica, la fibra Raman y/o la fibra de cámara pueden ser de hasta 2,5 m.

15 La sonda de espectroscopia Raman puede incluir al menos una fibra terapéutica para guiar la luz entre el extremo proximal y el extremo distal, en donde la al menos una fibra terapéutica está dispuesta fuera de la luz para instrumentos.

20 La al menos una fibra terapéutica está dispuesta fuera de la luz para instrumentos, pero dentro del cuerpo alargado del aparato de espectroscopia Raman. La fibra terapéutica o la pluralidad de fibras terapéuticas pueden disponerse en configuraciones similares a las de las fibras Raman y/o fibras de cámara. Por tanto, las mismas definiciones, rasgos distintivos y/o características que se han analizado anteriormente se aplican a las fibras terapéuticas. La(s) fibra(s) terapéutica(s) pueden estar dispuestas entre las fibras Raman y/o las fibras de iluminación. Por ejemplo, la al menos una fibra terapéutica se puede colocar en las configuraciones descritas anteriormente de fibras Raman y/o fibras de cámara reemplazando una o más de las fibras Raman y/o fibras de cámara por una o más fibras terapéuticas.

25 Un extremo distal de la fibra terapéutica puede estar provisto de una lente o sistema de lentes para enfocar la luz emitida por la fibra terapéutica sobre el tejido con el fin de mejorar la intensidad en el punto focal de la luz enfocada. Como alternativa, la lente o el sistema de lentes pueden incluirse en el dispositivo de tapa. Por tanto, la lente o sistema de lentes para enfocar la luz emitida por la fibra terapéutica puede ser parte de la estructura óptica del dispositivo de tapa.

30 La fuente de luz fototerapéutica y la fibra terapéutica pueden proporcionarse para modificar, en particular, cortar, tejido en el sitio diana. Por ejemplo, se puede identificar tejido canceroso mediante espectroscopia Raman a la vez que el tejido canceroso se corta mediante la luz generada por la fuente de luz fototerapéutica y/o se monitoriza la intervención quirúrgica mediante la cámara y las fibras de cámara. Por tanto, el aparato de espectroscopia Raman de esta realización es un instrumento quirúrgico para realizar simultáneamente el análisis, tratamiento y monitorización de un sitio diana. Es más, los elementos ópticos dispuestos en el extremo distal de la fibra Raman, la fibra de la cámara y la fibra terapéutica se pueden adaptar específicamente a las características que se desean conseguir con cada fibra.

35 De acuerdo con la invención, el aparato de espectroscopia Raman comprende además una fuente de luz fototerapéutica configurada para generar luz que tiene una intensidad configurada para modificar el tejido y un componente acoplador óptico. Una salida del componente acoplador óptico se puede acoplar a al menos una fibra Raman y/o al menos una fibra de cámara. Las entradas del componente acoplador óptico pueden acoplarse a dos de: la fuente de luz Raman, la fuente de iluminación y la fuente de luz fototerapéutica. El componente acoplador óptico está configurado para acoplar selectiva o permanentemente la luz de la fuente de luz Raman y la luz de la fuente de luz fototerapéutica a la al menos una fibra Raman o la luz de la fuente de iluminación y la luz de la fuente de luz fototerapéutica a la al menos una fibra de cámara.

40 En esta realización del aparato de espectroscopia Raman, la luz emitida por la fuente de luz fototerapéutica no es guiada al sitio diana a través de una fibra terapéutica especial (adicional). En cambio, las fibras Raman y/o las fibras de la cámara se pueden usar para guiar la luz generada por la fuente de luz fototerapéutica al sitio diana. Para este fin, la luz generada por la fuente de luz fototerapéutica puede acoplarse a las fibras Raman y/o fibras de la cámara mediante el componente acoplador óptico. Por ejemplo, si la fuente de luz Raman y/o la fuente de iluminación están apagadas, la luz generada por la fuente de luz fototerapéutica puede acoplarse a las fibras Raman y/o a las fibras de la cámara. También es posible que la luz generada por la fuente de luz fototerapéutica se acople a las fibras Raman y/o las fibras de la cámara mientras que la luz generada por la fuente de luz Raman y/o la fuente de luz de la cámara se acople a las fibras respectivas. Esto permite reducir el número de fibras ópticas y, por tanto, reducir el diámetro exterior del cuerpo alargado.

45 El componente acoplador óptico puede configurarse de manera similar al componente de iluminación descrito anteriormente. Por tanto, las características y definiciones descritas anteriormente se aplican igualmente al componente acoplador óptico.

En una realización, el componente acoplador óptico está dispuesto para acoplar selectiva o permanentemente la luz generada por la fuente de luz Raman y una fuente de luz fototerapéutica en la fibra Raman, en particular la fibra de iluminación. Por tanto, las dos entradas del componente acoplador óptico están acopladas a la fuente de luz Raman y a la fuente de luz fototerapéutica, respectivamente. La salida del componente acoplador óptico está acoplada a la fibra Raman. En otra realización, el componente acoplador óptico está dispuesto para acoplar selectiva o permanentemente la luz generada por la fuente de luz fototerapéutica y la fuente de luz de la cámara en la fibra de la cámara, en particular la fibra de iluminación de la cámara. Por tanto, las dos entradas del componente acoplador óptico están acopladas a la fuente de luz de la cámara y a la fuente de luz fototerapéutica, respectivamente. La salida del componente acoplador óptico está acoplada a la fibra de la cámara.

En una realización opcional, la fuente de luz Raman y/o la fuente de iluminación están configuradas para generar luz que tenga intensidad variable, en donde preferentemente el aparato de espectroscopia Raman comprende además un controlador para controlar la intensidad de la luz generada por la fuente de luz Raman y/o la fuente de iluminación.

En esta realización, la fuente de luz fototerapéutica es proporcionada por la fuente de luz Raman y/o la fuente de iluminación. Para este fin, la fuente de luz Raman y/o la fuente de iluminación están configuradas para generar luz que tiene intensidades como se describe junto con la fuente de luz fototerapéutica. Por ejemplo, la intensidad de la luz generada por la fuente de luz Raman y/o la fuente de iluminación es la intensidad máxima al modificar el tejido. Si no se necesitan las capacidades terapéuticas (corte), la fuente de luz Raman y/o la fuente de iluminación están configuradas para generar luz que tiene intensidades significativamente más bajas.

Se proporciona un controlador para controlar la fuente de iluminación y/o la fuente de luz Raman. En concreto, el controlador está configurado para ajustar la intensidad de la luz generada por la fuente de iluminación y/o la fuente de luz Raman.

De acuerdo con esta realización, no es necesario proporcionar una fuente de luz fototerapéutica separada. La luz para modificar el tejido tiene la misma longitud de onda que la luz generada por la fuente de luz Raman y/o la fuente de iluminación.

La solicitud también se refiere a un aparato terapéutico para modificar tejido, que comprende una fuente de luz fototerapéutica configurada para generar luz que tiene una intensidad configurada para modificar el tejido y/o al menos una fibra terapéutica que tiene un extremo distal y un extremo proximal. El extremo proximal de al menos una fibra terapéutica puede estar acoplado a la fuente de luz fototerapéutica. La al menos una fibra terapéutica puede estar configurada para guiar la luz generada por la fuente de luz fototerapéutica desde el extremo proximal al extremo distal.

El aparato terapéutico puede ser un aparato separado, en particular, separado del aparato de espectroscopia Raman descrito anteriormente. La fibra terapéutica del aparato terapéutico puede configurarse para insertarse en la luz para instrumentos del cuerpo alargado del aparato de espectroscopia Raman. Como alternativa, la fibra terapéutica del aparato terapéutico puede fijarse permanentemente a la luz para instrumentos del cuerpo alargado del aparato de espectroscopia Raman.

El aparato terapéutico se puede utilizar para el tratamiento de todo el árbol bronquial, el páncreas y/o el cerebro. La fuente de luz fototerapéutica y/o la fibra terapéutica pueden tener las mismas características y rasgos distintivos que se han descrito anteriormente.

Un conjunto alargado comprende un cable de alimentación coaxial y una punta radiante. El cable de alimentación coaxial está configurado para transmitir energía electromagnética e incluye un conductor interno, un conductor externo y un material dieléctrico que separa el conductor interno y el conductor externo. La punta radiante está dispuesta en un extremo distal del cable de alimentación coaxial para recibir la energía electromagnética del mismo. La punta radiante está configurada para irradiar energía electromagnética para el tratamiento de tejidos. El conductor interno y la punta radiante incluyen un conducto configurado para recibir un instrumento alargado. La punta radiante comprende un conductor alargado conectado eléctricamente al conductor interno y que se extiende en dirección longitudinal para formar un radiador electromagnético, un primer elemento de sintonización conectado eléctricamente al conductor alargado, y un cuerpo dieléctrico dispuesto alrededor del conductor alargado y del primer elemento de sintonización. Alrededor del cuerpo dieléctrico se forma un campo electromagnético emitido por el radiador electromagnético.

En una realización opcional, el instrumento alargado es un instrumento quirúrgico, un instrumento endoscópico, un aparato terapéutico para modificar tejido y/o una cámara alargada o un instrumento de espectroscopia Raman alargado que comprende al menos una fibra Raman que se extiende entre un extremo distal del instrumento de espectroscopia Raman y un extremo proximal del instrumento de espectroscopia Raman, incluyendo opcionalmente la al menos una fibra Raman una fibra de iluminación para guiar la luz desde un extremo proximal hasta un extremo distal y/o al menos una fibra colectora para guiar la luz desde el extremo distal hasta el extremo proximal.

El instrumento quirúrgico, el aparato terapéutico para modificar tejido y/o la cámara alargada pueden tener las características y configuraciones descritas anteriormente.

- La fibra Raman, la fibra de iluminación y/o la fibra colectora del instrumento de espectroscopia Raman alargado pueden tener las características y configuraciones descritas anteriormente. El instrumento de espectroscopia Raman puede ser la sonda de espectroscopia Raman como se ha descrito anteriormente. Se puede utilizar el instrumento de espectroscopia Raman en lugar de la sonda de espectroscopia Raman en el aparato de espectroscopia Raman. Por tanto, el aparato de espectroscopia Raman incluye el instrumento de espectroscopia Raman y el dispositivo de análisis.
- La fibra de iluminación y la fibra colectora del instrumento de espectroscopia Raman pueden disponerse en un haz empaquetado estrechamente impulsado por un cuerpo alargado como se ha descrito anteriormente. En concreto, es posible que el instrumento de espectroscopia Raman no incluya la luz para instrumentos.
- El conjunto alargado puede ser un instrumento para extirpar, coagular, cortar y/o estimular el tejido mediante la emisión de radiación electromagnética, en particular, radiación de radiofrecuencia y/o radiación de microondas. Se puede proporcionar una funcionalidad adicional insertando el instrumento alargado a través del conducto. Por ejemplo, la cámara alargada y/o el instrumento de espectroscopia Raman se pueden usar para obtener imágenes/analizar el tejido que se trata con la radiación emitida por la punta radiante.
- El instrumento alargado puede insertarse de manera deslizable en el conducto de manera que pueda empujarse o extraerse del extremo distal de la punta radiante para obtener imágenes/analizar el tejido que se va a tratar con la radiación electromagnética. Por tanto, es posible insertar simultáneamente el dispositivo de extirpación/corte de tejido con un dispositivo de análisis o de imágenes. Esto simplifica el proceso de inserción, ya que se pueden insertar varias funcionalidades simultáneamente.
- En una realización opcional, el elemento alargado comprende además un segundo elemento de sintonización conectado eléctricamente al conductor alargado en una región distal del elemento radiante, en donde el primer elemento de sintonización está colocado en una región proximal de la punta radiante, en donde el cuerpo dieléctrico está dispuesto alrededor del segundo elemento de sintonización, y en donde el primer elemento de sintonización y el segundo elemento de sintonización están separados en la dirección longitudinal, de modo que se forma alrededor del cuerpo dieléctrico el campo de microondas emitido por el radiador de microondas.
- El conjunto alargado puede funcionar para extirpar tejido diana en el cuerpo. El dispositivo resulta particularmente adecuado para la extirpación de tejido en los pulmones, sin embargo, puede usarse para extirpar tejido en otros órganos (p. ej., el útero o el tubo digestivo). Para realizar una extirpación eficaz del tejido objetivo, la punta radiante debe ubicarse lo más cerca posible (y en muchos casos dentro) del tejido objetivo. Para alcanzar el tejido diana (p. ej., en los pulmones), será necesario guiar el dispositivo a través de conductos (p. ej., las vías respiratorias) y en torno a obstáculos. Esto significa que el instrumento será flexible idealmente y tendrá una pequeña sección transversal. Especialmente, el dispositivo debe ser muy flexible cerca de su punta, donde puede que sea necesario dirigirlo a lo largo de conductos angostos tales como bronquiolos, que pueden ser estrechos y sinuosos.
- El cable de alimentación coaxial puede ser un cable coaxial convencional de baja pérdida que se puede conectar en un extremo a un generador electroquirúrgico. En concreto, el conductor interno puede ser un conductor alargado que se extiende a lo largo de un eje longitudinal del cable de alimentación coaxial. El material dieléctrico puede disponerse alrededor del conductor interno, por ejemplo, el primer material dieléctrico puede tener un canal a través del cual se extiende el conductor interno. El conductor externo puede ser un manguito hecho de material conductor que se dispone sobre la superficie del material dieléctrico. El cable de alimentación coaxial puede incluir además una funda protectora externa para aislar y proteger el cable. En algunos ejemplos, la funda protectora puede estar fabricada o revestida con un material antiadherente para evitar que el tejido se adhiera al cable. La punta radiante está ubicada en el extremo distal del cable de alimentación coaxial y sirve para suministrar energía EM transportada a lo largo del cable de alimentación coaxial hacia el tejido objetivo. La punta radiante puede estar fijada de forma permanente al cable de alimentación coaxial, o puede estar fijada de forma separable al cable de alimentación coaxial. Por ejemplo, se puede proporcionar un conector en el extremo distal del cable de alimentación coaxial, que está dispuesto para recibir la punta radiante y formar las conexiones eléctricas requeridas.
- La punta radiante puede ser, por lo general, cilíndrica. El cuerpo dieléctrico puede fijarse al extremo distal del cable de alimentación coaxial. En algunos ejemplos, el cuerpo dieléctrico puede comprender una parte sobresaliente del material dieléctrico del cable de alimentación coaxial que se extiende más allá del extremo distal del cable de alimentación coaxial. Esto puede simplificar la construcción de la punta radiante y evitar los reflejos de la energía EM en el límite entre la punta radiante y el cable de alimentación coaxial. En otros ejemplos, un segundo material dieléctrico, separado del material dieléctrico del cable de alimentación coaxial, puede utilizarse para formar el cuerpo dieléctrico. El segundo material dieléctrico puede seleccionarse para mejorar la coincidencia de impedancia con el tejido objetivo para mejorar la eficacia con la que se suministra la energía de microondas al tejido objetivo. La punta radiante también puede incluir múltiples piezas diferentes de material dieléctrico, que se seleccionan y disponen para dar forma al perfil de radiación de la manera deseada.
- El conductor alargado está conectado eléctricamente al conductor interno del cable de alimentación coaxial y se extiende por dentro del cuerpo dieléctrico, de manera que actúa como un radiador de microondas. Dicho de otro modo,

la energía de microondas transportada a la punta radiante desde el cable de alimentación coaxial puede irradiarse desde el conductor alargado. El conductor externo puede terminar en el extremo distal del cable de alimentación coaxial, de manera que el conductor alargado se extienda más allá de un extremo distal del conductor externo. De esta manera, la punta radiante puede actuar como una antena monopolo de microondas. Por tanto, la energía de

5 microondas transportada a la punta radiante puede irradiarse desde el conductor alargado hacia el tejido objetivo circundante. El conductor alargado puede, por ejemplo, extenderse dentro de un canal en el cuerpo dieléctrico. El conductor alargado puede ser cualquier conductor adecuado que tenga una forma alargada. Por ejemplo, el conductor alargado puede ser un alambre, varilla o tira de material conductor que se extiende dentro del cuerpo dieléctrico.

10 El primer elemento de sintonización puede denominarse elemento de sintonización proximal y puede ser una pieza de material conductor (p. ej., metal) que está situada cerca de un extremo proximal de la punta radiante. El segundo elemento de sintonización puede denominarse elemento de sintonización distal y puede ser una pieza de material conductor (p. ej., metal) que está situada cerca de un extremo distal de la punta radiante. Por tanto, el elemento de sintonización distal puede estar más alejado del extremo distal del cable de alimentación coaxial que el elemento de

15 sintonización proximal. Los elementos de sintonización proximal y distal están conectados eléctricamente al conductor alargado. Por ejemplo, cada uno de los elementos de sintonización proximal y distal puede estar dispuesto sobre o alrededor del conductor alargado. Los elementos de sintonización proximal y distal pueden conectarse eléctricamente al conductor alargado por cualquier medio adecuado. Por ejemplo, los elementos de sintonización proximal y distal pueden unirse mediante soldadura blanda o soldadura por fusión al conductor alargado. En otro ejemplo, los elementos de sintonización proximal y distal se pueden conectar al conductor alargado usando un adhesivo conductor (p. ej., epoxi conductor). Como alternativa, uno o ambos de los elementos de sintonización proximal y distal pueden estar formados integralmente con el conductor alargado (p. ej., pueden fabricarse juntos como una sola pieza). Los elementos de sintonización proximal y distal están separados en una dirección longitudinal por una longitud del conductor alargado. Dicho de otro modo, una sección del conductor alargado está dispuesta entre los electrodos

20 proximal y distal. Los elementos de sintonización proximal y distal pueden estar cubiertos por una parte del cuerpo dieléctrico, para que estén aislados/protegidos del entorno.

Los inventores han descubierto que una punta radiante que tiene una configuración como la descrita anteriormente puede reducir el desajuste de impedancia entre la punta radiante y el tejido objetivo circundante. Esto puede reducir

30 la cantidad de energía de microondas que se retrorefleja por el cable de alimentación coaxial en la punta radiante (que se produce debido al desajuste de impedancia entre la punta radiante y el tejido objetivo). Como resultado, se puede mejorar la eficacia con la que se puede suministrar energía de microondas al tejido objetivo. Esto puede permitir que se reduzca la cantidad de energía que ha de transportarse por el cable de alimentación coaxial para extirpar el tejido objetivo. Esto a su vez puede reducir los efectos de calentamiento debido a la transmisión de energía de

35 microondas a lo largo del cable de alimentación coaxial, de manera que el instrumento electroquirúrgico pueda utilizarse durante periodos de tiempo más prolongados.

Los inventores también han descubierto que los elementos de sintonización proximal y distal pueden producir un perfil de radiación más deseable de la punta radiante. En concreto, los elementos de sintonización pueden conformar el

40 perfil de radiación de modo que se concentre alrededor de la punta radiante y reducir la cola del perfil de radiación que se extiende hacia atrás a lo largo del cable de alimentación coaxial. De esta manera, la energía de microondas transportada a la punta radiante puede emitirse desde la punta radiante y extirpar el tejido objetivo circundante en un volumen bien definido alrededor de la punta radiante. El volumen de extirpación (es decir, el volumen de tejido que se extirpa con la energía de microondas irradiada) puede ser aproximadamente esférico. La forma, el tamaño y la ubicación de los elementos de sintonización pueden seleccionarse para obtener un perfil de radiación de microondas deseado.

El elemento de sintonización proximal y el elemento de sintonización distal pueden estar dispuestos simétricamente con respecto a la dirección longitudinal. Por ejemplo, el elemento de sintonización proximal y el elemento de sintonización distal pueden ser cilíndricos, por ejemplo, tener un eje central que es colineal con un eje longitudinal del conductor alargado. El eje longitudinal del conductor alargado es un eje a lo largo de la longitud del conductor alargado. Por ejemplo, el elemento de sintonización proximal puede ser una pieza cilíndrica de material conductor dispuesta

50 alrededor de y coaxial con el conductor alargado. Esto puede mejorar la simetría axial del perfil de radiación de la punta radiante. En algunas realizaciones, el elemento de sintonización proximal puede estar separado del extremo distal del cable de alimentación coaxial en la dirección longitudinal. Por ejemplo, el cuerpo dieléctrico puede incluir un espaciador situado entre el extremo distal del cable de alimentación coaxial y el elemento de sintonización proximal. Los inventores han descubierto que espaciar el elemento de sintonización proximal del extremo distal del cable de alimentación coaxial puede introducir un cambio de fase en el instrumento. El cambio de fase puede mejorar la coincidencia de impedancia entre la punta radiante y el tejido objetivo, de modo que se pueda mejorar la eficacia con que la energía de microondas pasa al tejido objetivo. El cambio de fase puede depender de la distancia entre el

60 extremo distal del cable de alimentación coaxial y el extremo proximal del elemento de sintonización proximal.

El conducto se extiende hasta el extremo distal del conjunto alargado y está abierto en el extremo distal del conjunto alargado. Por tanto, el instrumento alargado puede empujarse fuera del extremo distal del conducto. El conductor interno de la punta radiante puede ser hueco para proporcionar el conducto. El conductor interno del cable coaxial y el conductor interno de la punta radiante pueden estar alineados para formar el conducto.

65

El conducto puede tener un diámetro interior en el intervalo de 1,5 mm a 2,3 mm, preferentemente de 1,8 mm a 2,0 mm. El diámetro exterior del instrumento alargado es ligeramente menor que el diámetro interior del conducto.

5 La solicitud también se refiere al uso de un dispositivo terapéutico que tiene un elemento radiante o una punta radiante configurada para emitir radiación electromagnética, en particular radiación de radiofrecuencia o microondas. El dispositivo terapéutico se utiliza porque el elemento radiante o punta radiante está dispuesto cerca o en contacto con un nódulo canceroso, preferentemente en un tejido pulmonar, y luego el elemento radiante o la punta radiante emite radiación electromagnética de modo que el tejido del ganglio canceroso no resulta dañado de manera permanente.

10 El dispositivo terapéutico puede ser un instrumento endoscópico que tenga un cuerpo alargado con un extremo proximal y un extremo distal. El elemento radiante puede estar dispuesto en el extremo distal o cerca del extremo distal. El elemento radiante puede conectarse a un generador mediante una estructura de alimentación dispuesta dentro del cuerpo alargado. Por tanto, el extremo distal se conduce hasta el ganglio canceroso por sí mismo o mediante el uso de un catéter en el que se inserta el dispositivo terapéutico.

15 La radiación electromagnética puede tener tal nivel de energía y/o el tiempo de aplicación de la radiación electromagnética puede ser tan corto que el tejido del ganglio canceroso no resulte dañado de manera permanente. Por ejemplo, el tejido del ganglio canceroso se calienta hasta una temperatura a la que el tejido no resulta dañado. La temperatura a la que se calienta el ganglio canceroso está por debajo de la temperatura a la que se produce la degeneración de las moléculas dentro del tejido canceroso. Se puede controlar la temperatura del tejido para garantizar que el tejido no sufra daños permanentes. Dicho de otra forma, después de un tiempo (p. ej., después de que los tejidos tratados vuelvan a la temperatura corporal), no se puede determinar si el nodo estuvo expuesto a la radiación electromagnética o no.

25 Los inventores descubrieron que, aunque el tejido canceroso no fue modificado fisiológicamente por la radiación electromagnética, se pueden observar cambios en el ganglio canceroso; por ejemplo, se inicia un proceso de curación del ganglio canceroso. Se cree que la aplicación de radiación electromagnética estimula una respuesta del sistema inmunitario. Es más, se descubrió que los ganglios cancerosos situados en las proximidades del ganglio canceroso tratado pero no tratado con radiación electromagnética también experimentan cambios que dan lugar a una reducción del tejido canceroso. Se considera que este efecto es inducido por la respuesta inmunitaria desencadenada por la aplicación de radiación electromagnética.

30 El dispositivo terapéutico puede ser la sonda de espectroscopia Raman que incluye el dispositivo terapéutico electroquirúrgico o el conjunto alargado como se ha descrito anteriormente. El tejido canceroso se puede detectar mediante el uso de espectroscopia Raman facilitada por la sonda de espectroscopia Raman mientras que el dispositivo terapéutico electroquirúrgico dispuesto dentro de la luz para instrumentos emite energía electromagnética. El dispositivo terapéutico puede configurarse como se describe en los documentos WO 2020/011547 o WO 2020/221749.

35 En la presente memoria descriptiva, "microondas" puede utilizarse en sentido amplio para indicar un intervalo de frecuencia de 400 MHz a 100 GHz, aunque preferentemente un intervalo de 1 GHz a 60 GHz. Las frecuencias puntuales preferidas para la energía EM de microondas incluyen: 915 MHz, 2,45 GHz, 3,3 GHz, 5,8 GHz, 10 GHz, 14,5 GHz y 24 GHz. Puede preferirse 5,8 GHz.

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

Breve descripción de figuras

50 Las realizaciones de la invención se analizarán junto con los dibujos adjuntos. En ellos,

- La figura 1 muestra una vista en perspectiva esquemática de un aparato de espectroscopia Raman que incluye una sonda de espectroscopia Raman;
- 55 La figura 2 muestra una vista en sección transversal de la sonda de espectroscopia Raman de acuerdo con la figura 1;
- La figura 3 muestra otra vista en sección transversal de la sonda de espectroscopia Raman de acuerdo con la figura 1;
- La figura 4 muestra una vista en sección transversal de una sonda de espectroscopia Raman de acuerdo con una segunda realización;
- 60 La figura 5 muestra una vista en sección transversal de una sonda de espectroscopia Raman de acuerdo con una tercera realización;
- La figura 6 muestra otra vista en sección transversal de la sonda de espectroscopia Raman de acuerdo con la figura 5;
- 65 La figura 7 muestra una vista en perspectiva esquemática de una realización adicional de un aparato de espectroscopia Raman que incluye una sonda de espectroscopia Raman de acuerdo con una cuarta realización;

- La figura 8 muestra una vista en sección transversal de la sonda de espectroscopia Raman de acuerdo con la figura 7;
- La figura 9 muestra otra vista en sección transversal de una sonda de espectroscopia Raman de acuerdo con la figura 7;
- 5 La figura 10 muestra una vista en sección transversal de una sonda de espectroscopia Raman de acuerdo con una quinta realización;
- La figura 11 muestra una vista en perspectiva esquemática de otra realización de un aparato de espectroscopia Raman que incluye una sonda de espectroscopia Raman;
- La figura 12 muestra una vista en sección transversal de la sonda de espectroscopia Raman de acuerdo con la figura 11;
- 10 La figura 13 muestra una vista en perspectiva esquemática de una realización adicional de un aparato de espectroscopia Raman que incluye una sonda de espectroscopia Raman de acuerdo con una sexta realización;
- La figura 14 muestra una vista en sección transversal de la sonda de espectroscopia Raman de acuerdo con la figura 13;
- 15 La figura 15 muestra otra vista en sección transversal de una sonda de espectroscopia Raman de acuerdo con la figura 13;
- La figura 16 muestra una vista en perspectiva esquemática de una realización adicional de un aparato de espectroscopia Raman que incluye una sonda de espectroscopia Raman de acuerdo con una séptima realización;
- 20 La figura 17 muestra una vista en perspectiva esquemática de una realización adicional de un aparato de espectroscopia Raman que incluye una sonda de espectroscopia Raman de acuerdo con una octava realización;
- La figura 18 muestra una vista en sección transversal de la sonda de espectroscopia Raman de acuerdo con la figura 17;
- 25 La figura 19 muestra otra vista en sección transversal de una sonda de espectroscopia Raman de acuerdo con la figura 17;
- La figura 20 muestra una vista en perspectiva esquemática de una realización adicional de un aparato de espectroscopia Raman que incluye una sonda de espectroscopia Raman de acuerdo con una novena realización;
- 30 La figura 21 muestra una vista en perspectiva esquemática de un aparato terapéutico; y
la figura 22 muestra una vista esquemática en perspectiva de otra realización de un conjunto.

Descripción de algunas realizaciones de la invención

- 35 La figura 1 muestra un aparato de espectroscopia Raman 100 que incluye una sonda de espectroscopia Raman 10, un dispositivo de análisis 12 y/o un dispositivo de representación 14. La sonda de espectroscopia Raman 10 incluye un cuerpo alargado 16 que se extiende desde un extremo distal 18 hasta un extremo proximal 20. La sonda de espectroscopia Raman 10 y, en particular, el cuerpo alargado 16, tiene una estructura alargada y está configurada
- 40 para insertarse en una cavidad de un cuerpo. La sonda de espectroscopia Raman 10 puede ser un dispositivo endoscópico y puede doblarse o flexionarse para conducir el extremo distal 18 a través de la cavidad corporal hasta un sitio o área diana. El sitio diana puede ser una región dentro de la cavidad corporal (p. ej., el pulmón) que se pretende analizar, monitorizar y/o tratar.
- 45 El cuerpo alargado 16 cubre la sonda de espectroscopia Raman 10 desde el extremo distal 18 hasta el extremo proximal 20. En concreto, el cuerpo alargado 16 aísla el interior de la sonda de espectroscopia Raman 10 de su entorno, por ejemplo, de líquidos y similares. Como se observa mejor en la figura 3, el cuerpo alargado 16 incluye una funda exterior 22 y una capa de alivio de tensión 24. La funda exterior 22 puede estar hecha de un polímero lubricante para reducir la fricción al insertar la sonda de espectroscopia Raman 10 en la cavidad corporal o en un dispositivo de
- 50 exploración tal como un catéter. La capa de alivio de tensión 24 puede incluir una trenza, una bobina y/o tubo hecho de un polímero o alambre metálico que, independientemente o combinados, limitan el ángulo de flexión de la sonda de espectroscopia Raman 10 de manera que los componentes dispuestos dentro del cuerpo alargado 16 (que se describirá más adelante) no se dañen cuando se flexionan o doblan.
- 55 La sonda de espectroscopia Raman 10 incluye además una luz 26 para instrumentos y una fibra Raman 27 que puede incluir al menos una fibra de iluminación 28 y/o al menos una fibra colectora 30. La luz 26 para instrumentos se extiende desde el extremo distal 18 hasta el extremo proximal 20 y está dispuesta dentro del cuerpo alargado 16. La luz 26 para instrumentos puede considerarse un conducto en el que se puede disponer de manera deslizable un instrumento alargado 32. Dicho de otro modo, el instrumento alargado 32 se puede insertar o extraer de la luz 26 para instrumentos.
- 60 Un diámetro interior de la luz 26 para instrumentos es ligeramente mayor que un diámetro exterior del instrumento alargado 32.
- La luz 26 para instrumentos puede estar delimitada por un tubo hueco 34 que se extiende desde el extremo distal 18 hasta el extremo proximal 20 y actúa como una pared para sellar la sonda de espectroscopia Raman 10, por ejemplo, de líquidos que entran en el espacio entre el tubo 34 y el cuerpo alargado 16. El tubo hueco 34 puede estar hecho de un material plástico, por ejemplo, del mismo material que la funda 22. El polímero lubricante a partir del cual se puede
- 65

fabricar el tubo hueco 34 puede contribuir a la reducción de la fricción entre el instrumento alargado 32 y el tubo hueco 34.

5 Como se observa mejor en la figura 3, la luz 26 para instrumentos y, por tanto, el tubo hueco 34 están dispuestos coaxialmente con el cuerpo alargado 16. Opcionalmente, la luz 26 para instrumentos y/o el tubo hueco 34 están dispuestos centralmente dentro del cuerpo alargado 16. Sin embargo, la invención no está limitada a esta realización. La luz 26 para instrumentos está dispuesta dentro del cuerpo alargado 16 mientras que al menos una fibra de iluminación 28 y al menos una fibra colectora 30 están dispuestas fuera de la luz 26 para instrumentos, en particular, entre la luz 26 para instrumentos y el cuerpo alargado 16.

10 En la realización preferida mostrada en las figuras, una pluralidad de fibras de iluminación 28 y fibras colectoras 30 rodea (completamente) la luz 26 para instrumentos. Como se puede observar en las figuras 3 y 4, la pluralidad de fibras de iluminación 28 y la fibra colectora 30 forman un único anillo de fibras. Por consiguiente, las fibras de iluminación 28 y las fibras colectoras 30 están en contacto entre sí y están en contacto con la luz 26 para instrumentos (tubo hueco 34) y/o el cuerpo alargado 16, en particular, la capa de alivio de tensión 24. Sin embargo, la invención no se limita a esto. Las fibras de iluminación 28 y/o las fibras colectoras 30 pueden no estar en contacto entre sí o con la luz 26 para instrumentos y el cuerpo alargado 16, pero están dispuestas espaciadas.

15 El espacio entre las fibras de iluminación 28 y las fibras colectoras 30 puede llenarse con un material de relleno y/o un adhesivo tal como epoxi. El adhesivo se puede utilizar para fijar la pluralidad de fibras de iluminación 28 y fibras colectoras 30 entre sí.

20 En la realización de la figura 3, las fibras de iluminación 28 y la fibra colectora 30 están dispuestas alternativamente dentro de un anillo de fibras individuales. A diferencia, la realización representada en la figura 4 incluye los mismos rasgos distintivos y características que la realización representada en la figura 3, sin embargo, las fibras colectoras 30 forman una primera sección en el anillo único de fibras, en donde las fibras de iluminación 28 forman una segunda sección en el único anillo de fibras. El número de fibras colectoras 30 puede ser mayor que el número de fibras de iluminación 28. Por tanto, la primera sección del anillo único de fibras puede ser mayor que la segunda sección del anillo único de fibras. Por ejemplo, la segunda sección del anillo único de fibras puede extenderse sobre un cuarto o un tercio del anillo de fibras.

25 Como se ve en la figura 2, la pluralidad de fibras de iluminación 28 y fibras colectoras 30 puede extenderse más allá del extremo proximal 20 del cuerpo alargado 16 y puede estar conectada al dispositivo de análisis 12. Un extremo distal de las fibras colectoras 28 y las fibras colectoras 30 pueden coincidir con el extremo distal 18 del cuerpo alargado 16. Para sellar el extremo distal 18, se puede proporcionar un dispositivo de tapa 36 en el extremo distal 18. El dispositivo de tapa 36 puede incluir una abertura 38 que está alineada con la luz 26 para instrumentos de manera que el instrumento alargado 32 pueda ser empujado fuera de la luz 26 para instrumentos y a través de la abertura 38 del dispositivo de tapa 36.

30 El dispositivo de tapa 36 también puede incluir una estructura óptica que esté acoplada a las fibras de iluminación 28 y/o a las fibras colectoras 30. La estructura óptica puede ser una ventana a través de la cual puede pasar la luz de las fibras de iluminación 28 y/o la luz procedente del sitio diana puede acoplarse a las fibras colectoras 30. Las fibras de iluminación 28 y/o la fibra colectora 30 pueden estar en contacto con la ventana y/o pueden estar separadas de la ventana. Las fibras de iluminación 28 y/o las fibras colectoras 30 pueden estar situadas de forma fija con respecto a la estructura óptica.

35 La estructura óptica puede incluir una o más lentes y/o uno o más filtros ópticos. La una o más lentes pueden estar configuradas para enfocar la luz procedente de las fibras de iluminación 28 en el sitio diana. La una o más lentes también pueden estar configuradas para enfocar la luz procedente del sitio diana sobre una cara extrema distal de las fibras colectoras 30 de modo que la luz pueda acoplarse a las fibras colectoras 30. El uno o más filtros ópticos pueden colocarse antes de la cara del extremo distal de las fibras colectoras 30 y pueden configurarse para filtrar la luz que tiene una longitud de onda idéntica a la luz emitida por las fibras de iluminación 28, es decir, luz sometida a dispersión Rayleigh o luz dispersada elásticamente.

40 La pluralidad de fibras de iluminación 28 y fibras colectoras 30 forma una sonda para mediciones de espectroscopia Raman. Como comúnmente se sabe, la espectroscopia Raman incluye iluminar una muestra con luz monocromática mientras se analiza la luz dispersada inelásticamente (o luz sometida a dispersión Raman), por ejemplo mediante un espectrómetro. La luz sometida a dispersión Raman tiene una longitud de onda diferente a la luz monocromática con la que se ilumina la muestra.

45 En el presente caso, el dispositivo de análisis 12 incluye una fuente de luz Raman 40 (tal como uno o más láseres) a la que están acopladas las fibras de iluminación 28. Por tanto, la luz monocromática se dirige al sitio diana a través de las fibras de iluminación 28. La luz sometida a dispersión Raman (la luz dispersada inelásticamente por el sitio diana) se acopla a las fibras colectoras 32 y se suministra a un espectrómetro 42 dispuesto en el dispositivo de análisis 12. La luz sometida a dispersión Raman se analiza utilizando el espectrómetro 42. La intensidad y/o longitud de onda de la luz sometida a dispersión Raman es indicativa de las moléculas presentes dentro del sitio diana. El análisis de las

moléculas identificadas usando el espectrómetro 42 puede indicar la presencia de tejido canceroso u otro tejido degenerado en el sitio diana. También es posible utilizar las mediciones de espectroscopia Raman para identificar diferentes tipos de tejidos presentes en el sitio diana. Esta etapa de análisis se puede realizar manualmente o mediante un procesador junto con un *software* respectivo que también puede incluirse en el dispositivo de análisis 12.

5 El instrumento alargado 32 de la realización representada en las figuras 1 a 6 es una cámara endoscópica 44. La cámara endoscópica o alargada 44 puede incluir un dispositivo de captura de imágenes 46. El dispositivo de captura de imágenes 46 está configurado para crear una serie de señales eléctricas basadas en una imagen óptica que se proyecta en un sensor óptico dispuesto dentro del dispositivo de captura de imágenes 46. El sensor óptico puede estar
10 dispuesto en o cerca de un extremo distal de la cámara alargada 44. Un cable puede extenderse dentro de la cámara alargada 44 desde el dispositivo de captura de imágenes 46 (en particular, el sensor óptico) hasta un extremo proximal de la cámara alargada 44 para transmitir las señales eléctricas. El extremo proximal de la cámara alargada 44 está conectado al dispositivo de representación 14. El dispositivo de representación 14 puede incluir un procesador para procesar la serie de señales eléctricas generadas por el dispositivo de captura de imágenes 46. En concreto, el
15 procesador puede generar una imagen óptica que puede representarse mediante un sistema de representación 48 del dispositivo de representación 14.

Por tanto, es posible con el conjunto mostrado en las figuras 1 a 6 obtener imágenes simultáneamente de un sitio diana mientras se realizan mediciones de espectroscopia Raman. Esto puede ayudar a identificar visualmente áreas del sitio diana que sean cancerosas, en particular, en los casos en los que el tejido canceroso solo puede detectarse mediante mediciones de espectroscopia Raman, pero no mediante el uso de una cámara.

Las figuras 5 y 6 se refieren a otra realización de la sonda de espectroscopia Raman 10 que tiene los mismos rasgos distintivos que la realización representada en las figuras 1 a 4, a excepción de las siguientes diferencias.

25 La pluralidad de fibras de iluminación 28 está dispuesta en un primer anillo de fibras, mientras que la pluralidad de fibras colectoras 30 está dispuesta en un segundo anillo de fibras. En cada anillo, la pluralidad de fibras colectoras 30 y de fibras de iluminación 28 están densamente empaquetadas y pueden estar en contacto entre sí. El primer anillo de fibras colectoras 30 está dispuesto coaxialmente con el segundo anillo de fibras de iluminación 28 y, opcionalmente,
30 coaxialmente con la luz 26 para instrumentos y/o el cuerpo alargado 16. Como se representa en la figura 6, el segundo anillo de fibras colectoras 30 está separado por el primer anillo de fibras de iluminación 28 por una pared intermedia 50. Sin embargo, la pared intermedia 50 no es esencial y puede omitirse (véase la figura 5). La pared intermedia 50 puede estar constituida por un tubo hueco y puede estar hecha de un material plástico. La pared intermedia 50 puede estar dispuesta coaxialmente con la luz 26 para instrumentos, el tubo hueco 34 y/o el cuerpo alargado 16.

35 El segundo anillo de fibras colectoras 30 rodea el primer anillo de fibras de iluminación 28. Por tanto, el área de la sección transversal cubierta por las fibras colectoras 30 es mayor que el área de la sección transversal cubierta por las fibras de iluminación. Esto puede contribuir a captar tanta luz como la sometida a dispersión Rayleigh del sitio diana. Por ejemplo, esta disposición hace que el número de fibras colectoras 30 sea mayor que el número de fibras
40 de iluminación. Como alternativa o adicionalmente, el diámetro de las fibras colectoras 30 puede ser mayor que el diámetro de las fibras de iluminación 28.

Las figuras 7 a 9 representan otro conjunto que incluye la sonda de espectroscopia Raman 10 de acuerdo con otra realización que es idéntica a la sonda de espectroscopia Raman de la realización representada en las figuras 1 a 6, a excepción de las siguientes diferencias:

45 Como se puede observar en las figuras 8 y 9, la sonda de espectroscopia Raman 10 incluye al menos una fibra de formación de imágenes 52 y/o al menos una fibra de iluminación de cámara 54. Las fibras de formación de imágenes 52 y las fibras de iluminación 54 de la cámara pueden denominarse fibras de cámara, pues son parte de otra realización de la cámara 44 para formar imágenes del sitio diana.

50 Las fibras de formación de imágenes 52 y las fibras de iluminación 54 de la cámara se extienden más allá del extremo proximal 20 del cuerpo alargado 16 y están conectadas al dispositivo de representación 14.

55 El dispositivo de representación 14 puede incluir una fuente de luz 56 de la cámara que está configurada para generar luz tal como luz blanca y, en particular, luz no monocromática. Las fibras de iluminación 54 de la cámara están conectadas a la fuente de luz 56 de la cámara. Las fibras de iluminación 54 de la cámara guían la luz generada por la fuente de luz 56 de la cámara hasta un extremo distal de las fibras de iluminación 54 de la cámara que puede coincidir con el extremo distal 18 del cuerpo alargado 16.

60 Las fibras de iluminación 54 de la cámara pueden acoplarse a la estructura óptica del dispositivo de tapa 36. Por ejemplo, el dispositivo de tapa 36 puede incluir una o más lentes adicionales para enfocar (dirigir) la luz emitida por las fibras de iluminación 54 de la cámara hacia el sitio diana.

65 La estructura óptica del dispositivo de tapa 56 también puede incluir una o más lentes para acoplar la luz procedente del sitio diana a las fibras de formación de imágenes 52. Por ejemplo, la luz acoplada a las fibras de formación de imágenes puede ser la luz que se muestra en el sitio diana mediante las fibras de iluminación 54 de la cámara. Las

5 fibras de formación de imágenes 52 guían la luz desde el extremo distal al proximal y de las fibras de formación de imágenes 52 que pueden acoplarse a un sensor óptico tal como un sensor CCD. En concreto, la luz guiada por las fibras de formación de imágenes 52 se proyecta sobre el sensor óptico de tal manera que se proyecta una imagen del sitio diana sobre el sensor óptico. El sensor óptico puede convertir la luz incidente emitida en una serie de impulsos eléctricos que pueden ser procesados por un procesador de modo que una imagen del sitio diana pueda ser visible en el sistema de representación 48.

10 Brevemente, las fibras de obtención de imágenes 52 junto con el sensor óptico dispuesto en el dispositivo de representación 14 constituyen una cámara para formar imágenes del sitio diana. Las fibras de iluminación 54 de la cámara acopladas a la fuente de luz 56 de la cámara pueden usarse para iluminar el sitio diana. Sin embargo, las fibras de iluminación 54 de la cámara y la fuente de luz 56 de la cámara no son obligatorias ya que el sitio diana puede iluminarse mediante la luz emitida por las fibras de iluminación 28. Incluso si las fibras de iluminación 28 emiten luz monocromática, esto podría bastar para la formación de imágenes del sitio diana.

15 Como se observa mejor en la figura 9, las fibras de iluminación 28 y las fibras colectoras 30 forman un único anillo de fibras mientras que las fibras de formación de imágenes 52 y las fibras de iluminación 54 de la cámara forman otro único anillo de fibras. El anillo único de fibras de iluminación 28 y de fibras colectoras 30 puede estar dispuesto coaxialmente con el anillo único de fibras de formación de imágenes 52 y las fibras de iluminación 54 de la cámara. En la realización representada en la figura 9, el anillo único de fibras de formación de imágenes 52 y fibras de iluminación 54 de la cámara rodea el anillo único de fibras de iluminación 28 y fibras colectoras 30. Sin embargo, también es posible la disposición opuesta, que podría tener la ventaja de que el número de fibras colectoras 30 aumentara en comparación con la realización representada en la figura 9. Por tanto, se puede captar más luz para las mediciones de espectroscopia Raman.

25 Las fibras de formación de imágenes 52 y las fibras de iluminación 54 de la cámara están dispuestas alternativamente en el único anillo de fibras. Sin embargo, las fibras de formación de imágenes 52 pueden formar una sección en el anillo único de fibras mientras que las fibras de iluminación 54 de la cámara forman otra sección en el anillo único de fibras - similar a la disposición en sección de las fibras de iluminación 28 y las fibras colectoras 30 representadas en la figura 4. También es posible que las fibras de iluminación 28 y las fibras colectoras 30 no se dispongan alternativamente en la etapa representada en la fig. 9, sino en una disposición sectorial como se muestra en la fig. 4.

30 Las fibras de formación de imágenes 52 y las fibras de iluminación 54 de la cámara, por un lado, están separadas físicamente de las fibras de iluminación 28 y de las fibras colectoras 30, por otro lado, por la pared intermedia 50. Sin embargo, la pared intermedia 50 no es esencial y puede omitirse.

35 La pared intermedia 50 divide además el espacio dentro del cuerpo alargado 16 en una segunda luz 58 y una tercera luz 60. La pluralidad de fibras de iluminación 28 y fibras colectoras 30 están dispuestas en la segunda luz, mientras que la pluralidad de fibras de formación de imágenes 52 y fibras de iluminación 54 de la cámara están dispuestas en la tercera luz. En la realización representada en la figura 9, la segunda luz 58 y/o la tercera luz 60 rodean completamente la luz 26 para instrumentos. Opcionalmente, la segunda luz 58 y/o la tercera luz 60 están dispuestas coaxialmente con la luz 26 para instrumentos.

40 El dispositivo de representación 12 puede incluir adicionalmente una fuente de iluminación 61 y un componente de iluminación óptica 63. La fuente de iluminación 61 puede configurarse para generar luz no monocromática, por ejemplo, luz blanca. La fuente de iluminación 61 puede tener los mismos rasgos distintivos y/o características que la fuente de luz 56 de la cámara. La fuente de iluminación 61 puede estar acoplada a las fibras de iluminación 28.

45 El componente de iluminación 63 puede ser un interruptor óptico en una realización, por ejemplo, un interruptor unipolar-bipolar. El componente de iluminación 63 puede configurarse para cambiar selectivamente la fuente de luz que se introduce en la fibra de iluminación 28. Por ejemplo, al realizar mediciones de espectroscopia Raman, el componente de iluminación 63 acopla la luz de la fuente de luz Raman 40 en la fibra de iluminación 28. Al formarse imágenes del sitio diana usando la cámara alargada 44, el componente de iluminación 63 acopla la luz de la fuente de iluminación 61 a la fibra de iluminación 28. También puede ser posible que el componente de iluminación 63 acople tanto la luz de la fuente de luz Raman 40 como la luz de la fuente de iluminación 61 en la fibra de iluminación 28, por ejemplo, cuando se realizan simultáneamente mediciones de imágenes y espectroscopia Raman.

50 En otra realización, el componente de iluminación 63 puede ser un acoplador óptico que acople permanentemente las luces tanto de la fuente de luz Raman 40 como de la fuente de iluminación 61 en la fibra de iluminación 28. El acoplador óptico puede ser un acoplador de derivación en Y. Dependiendo de la función que vaya a realizar, la fuente de luz Raman 40 y/o la fuente de iluminación 61 se encienden o apagan selectivamente.

55 El componente de iluminación 63, la fuente de luz Raman 40 y la fuente de iluminación 61 pueden estar conectadas entre sí mediante guías de ondas y/o fibras ópticas.

60 La fuente de iluminación 61 y un componente de iluminación óptica 63 pueden proporcionarse adicional o alternativamente a la fuente de luz 56 de la cámara. En concreto, las fibras de iluminación 54 de la cámara pueden

omitirse si se proporcionan la fuente de iluminación 61 y un componente de iluminación óptica 63. Por tanto, la fuente de iluminación 61 y un componente de iluminación óptica 63 proporcionan una iluminación adicional o alternativa del sitio diana para la formación de imágenes mediante el uso de las fibras de iluminación 28.

5 El instrumento alargado 32 representado en las figuras 7 y 8 es un dispositivo terapéutico electroquirúrgico 62 para emitir radiación electromagnética tal como radiación de radiofrecuencia y/o radiación de microondas que puede usarse para cortar, extirpar, estimular y/o coagular el tejido en el sitio diana.

10 Un extremo proximal del dispositivo terapéutico 62 puede estar conectado a un generador 64 que sea capaz de generar energía electromagnética que tenga frecuencias en el intervalo de radiofrecuencias y/o el intervalo de microondas.

15 El dispositivo terapéutico 62 puede incluir una línea de transmisión flexible 66 (tal como un cable coaxial) y un elemento radiante 68 que esté conectado en un extremo distal de la línea de transmisión 66. La línea de transmisión 66 puede ser un cable coaxial flexible convencional de 50Ω adecuado para transportar energía de microondas. La línea de transmisión 66 puede incluir un conductor central y un conductor exterior que están separados por un material dieléctrico. La línea de transmisión 66 se puede conectar en un extremo proximal a un generador, p. ej., al generador 64, para recibir la energía electromagnética, en particular, energía de microondas.

20 El elemento radiante 68 incluye una línea de transmisión coaxial proximal 70 y una punta de aguja distal 72 formada en un extremo distal de la línea de transmisión coaxial proximal 70. La línea de transmisión coaxial proximal 70 está conectada eléctricamente al extremo distal de la línea de transmisión 66 para recibir la energía electromagnética de la línea de transmisión 66 y transportarla a la punta de aguja distal 72. La punta de aguja distal 72 está configurada para suministrar la energía electromagnética recibida al tejido biológico en el sitio diana. En el presente ejemplo, la punta de aguja distal 72 está configurada como un transformador de media longitud de onda para suministrar energía de microondas al tejido biológico diana, a fin de extirpar el tejido diana. Dicho de otro modo, una longitud eléctrica de la punta de aguja distal 72 corresponde a media longitud de onda de la energía de microondas (p. ej., a 5,8 GHz). Cuando se suministra energía de microondas a la punta de aguja distal 72, puede irradiar la energía de microondas a lo largo de su longitud hacia el tejido biológico circundante.

30 Un conductor interno de la línea de transmisión coaxial proximal 70 está conectado eléctricamente al conductor central de la línea de transmisión 66. El elemento radiante 68 se fija a la línea de transmisión 66 mediante un collar 74 montado sobre una unión entre la línea de transmisión 66 y el elemento radiante 68. El collar 74 está fabricado con un material conductor (p. ej., latón), y conecta eléctricamente el conductor externo de la línea de transmisión 66 a un conductor externo de la línea de transmisión coaxial proximal 70. El conductor externo está formado por un tubo de nitinol que es flexible y proporciona una rigidez longitudinal suficiente para perforar el tejido (p. ej., la pared del duodeno). Con fines ilustrativos, el conductor externo se omite en la figura 8. También con fines ilustrativos, en la figura 8 se ha omitido una longitud de la línea de transmisión coaxial proximal 70. Se pueden obtener detalles ilustrativos de la línea de transmisión 66 y el elemento radiante 68 del documento WO 2020/221749.

40 La línea de transmisión 66 está dispuesta fijamente dentro de la luz 26 para instrumentos. Por ejemplo, la línea de transmisión 66 se adhiere mediante un adhesivo al tubo hueco 34. Sin embargo, el tubo hueco 34 puede omitirse en la realización representada en las figuras 7 a 9, ya que ya no es necesario sellar la luz 26 para instrumentos debido a que la línea de transmisión 66 está dispuesta dentro del cuerpo alargado 16. Por ejemplo, una funda exterior de la línea de transmisión 66 puede reemplazar el tubo hueco 34. La pluralidad de fibras de iluminación 28 y fibras colectoras 30 pueden fijarse a la línea de transmisión 66.

50 El collar 74 puede formar parte del dispositivo de tapa 36. En tal realización, el dispositivo de tapa 36 combina las funcionalidades de la estructura óptica como se ha descrito anteriormente con la conexión eléctrica entre la línea de transmisión 66 y el elemento radiante 68. Adicionalmente, el diámetro de la abertura 38 es ligeramente mayor que el diámetro exterior del elemento radiante 68 pero menor que el diámetro exterior de la línea de transmisión 66. Por tanto, el dispositivo de tapa 36 puede cubrir partes de la línea de transmisión 66 en el extremo distal 18. Opcionalmente, un extremo distal de la línea de transmisión 66 coincide con el extremo distal 18 del cuerpo alargado 16. Por tanto, únicamente el elemento radiante 68 sobresale del extremo distal 18 del cuerpo alargado 16.

55 En una realización alternativa no mostrada en las figuras, la línea de transmisión 66 incluye un conductor interno hueco. El elemento radiante 68 puede configurarse para insertarse en el conductor interno hueco de la línea de transmisión 66.

60 Como alternativa o adicionalmente, el dispositivo terapéutico 62 no está fijado permanentemente en la luz 26 para instrumentos y puede deslizarse dentro de la luz 26 para instrumentos. Por tanto, durante la conducción de la sonda de espectroscopia Raman 10 hasta el sitio diana, el dispositivo terapéutico completo 62, en particular, el elemento radiante 68, puede no sobresalir del extremo distal 18 del cuerpo alargado 16, pero está dispuesto dentro de la luz 26 para instrumentos. Para emitir radiación electromagnética, el elemento radiante 68 es empujado hacia fuera del extremo distal 18 del cuerpo alargado 16.

65 La sonda de espectroscopia Raman 10 de las figuras 7 a 9 pueden combinar las funcionalidades de una cámara, de

un dispositivo de espectroscopia Raman y de un dispositivo terapéutico quirúrgico. En concreto, es posible identificar el tejido que se va a tratar en el sitio diana mediante la cámara 44 (incluidas las fibras de imágenes 52 y la fibra de iluminación de la cámara 54) y analizar el tejido usando las capacidades de espectroscopia Raman proporcionadas por la fibra de iluminación 28 y la fibra colectora 30. La monitorización del sitio diana y el análisis del tejido en el sitio diana pueden continuar durante la aplicación de energía electromagnética por parte del dispositivo terapéutico 62. Por tanto, es posible formar imágenes del sitio diana e identificar tejido canceroso mientras se realiza la extirpación del tejido en el sitio diana.

La realización de la sonda de espectroscopia Raman 10 representada en la figura 10 tiene los mismos rasgos distintivos y funcionalidades que la realización de la sonda de espectroscopia Raman 10 representada en las figuras 7 a 9, a excepción de las siguientes diferencias:

Las fibras colectoras 30 pueden formar un anillo completo de fibras distribuidas alrededor de la luz 26 para instrumentos. En concreto, solo las fibras colectoras 30 están dispuestas en la segunda luz 58. No hay otros tipos de fibras dispuestas en la segunda luz 58. La al menos una fibra de iluminación 28 puede estar dispuesta en la tercera luz 60. Por tanto, la al menos una fibra de iluminación 28 está dispuesta radialmente fuera del anillo de fibras colectoras 30. Las fibras de formación de imágenes 52 y/o las fibras de iluminación 54 de la cámara pueden estar dispuestas en la tercera luz 60. Sin embargo, la pared intermedia 50 que separa la tercera luz 60 de la segunda luz 58 puede omitirse manteniendo al mismo tiempo la disposición de los diferentes tipos de fibras. Las fibras de iluminación 28, las fibras de formación de imágenes 52 y/o las fibras de iluminación 54 de la cámara pueden formar un único anillo de fibras que rodee el anillo de fibras constituido por la pluralidad de fibras colectoras 30.

La realización del aparato de espectroscopia Raman 100 que incluye la sonda de espectroscopia Raman 10 de acuerdo con las figuras 11 y 12 tiene los mismos rasgos distintivos y funcionalidades que la realización del aparato de espectroscopia Raman 100 que incluye la sonda de espectroscopia Raman 10 representada en las figuras 1 a 3, a excepción de las siguientes diferencias:

La sonda de espectroscopia Raman 10 solo incluye un tipo de fibras Raman 27, por ejemplo, solo fibras colectoras 30. Las fibras colectoras 30 pueden configurarse adicionalmente para dirigir la luz desde el extremo proximal 20 hasta el extremo distal 18. Las fibras Raman 27 están dispuestas en un único anillo de fibras alrededor de la luz 26 para instrumentos. Por tanto, las mismas fibras Raman 27 se usan para guiar la luz desde el extremo proximal 20 hasta el extremo distal 18, así como desde el extremo distal 18 hasta el extremo proximal 20.

El dispositivo de análisis 12 incluye además un componente de detección óptica 76 al que están acopladas las fibras Raman 27. El componente de detección óptica 76 está además conectado tanto a la fuente de luz Raman 40 como al espectrómetro, por ejemplo, mediante guías de ondas y/o fibras ópticas.

El componente de detección óptica 76 puede incluir un conmutador de división de tiempo y/o un multiplexor. El componente de detección óptica 76 está configurado para encaminar la luz dependiendo de la longitud de onda, polarización y/o fase desde la fuente de luz Raman 40 hacia las fibras Raman 27 y/o desde las fibras Raman 27 hasta el espectrómetro 42. Este enrutamiento selectivo ayuda a reducir/filtrar la luz sometida a dispersión Rayleigh de la luz sometida a dispersión Raman. Sin embargo, el componente de detección óptica 76 puede incluir un acoplador y, opcionalmente, algunos filtros ópticos.

El componente de detección óptica 76 acopla la luz de la fuente de luz Raman 40 a la fibra Raman 27. Además, el componente de detección óptica 76 dirige la luz sometida a dispersión Raman al espectrómetro 72. Esta funcionalidad se puede realizar de forma selectiva, por ejemplo, temporalmente selectiva o dependiendo de la longitud de onda respectiva. El componente de detección óptica 76 permite reducir el número de fibras Raman 27 o aumentar el número de fibras que actúan como fibras colectoras 30, ya que cada fibra actúa como una colección de fibras 30.

La realización del aparato de espectroscopia Raman 100 que incluye la sonda de espectroscopia Raman 10 de acuerdo con las figuras 13 y 15 tiene los mismos rasgos distintivos y funcionalidades que la realización del aparato de espectroscopia Raman 100 que incluye la sonda de espectroscopia Raman 10 representada en las figuras 7 a 9, a excepción de las siguientes diferencias:

El instrumento alargado 32 es una cámara 44 que está fijada permanentemente en la luz 26 del instrumento. Un extremo distal de la cámara 44 coincide con el extremo distal 18 del cuerpo alargado 16. Puede omitirse el tubo hueco 34. Una superficie exterior de la cámara 44 puede estar en contacto directo con las fibras Raman 27.

La cámara 44 incluye el dispositivo de captura de imágenes 46. La cámara 44 no incluye medios para iluminar el sitio diana. La iluminación del sitio diana se proporciona por medio de la fuente de iluminación 61. La luz generada por la fuente de iluminación 61 se acopla en el anillo de fibras de iluminación 28 mediante el componente de iluminación 63 que puede ser un interruptor óptico o un acoplador óptico. Las fibras de iluminación 28 también se utilizan para guiar la luz generada por la fuente de luz Raman 40 al sitio diana.

El anillo de fibras de iluminación 28 puede rodear la cámara 44. El anillo de fibras de iluminación 28 está rodeado por un anillo de fibras colectoras 30. En una realización alternativa no representada en las figuras, la cámara 44 está rodeada por un anillo de fibras de iluminación 54 de la cámara que, a su vez, está rodeada por un anillo de fibras de iluminación 28 y un anillo de fibras colectoras 30. En esta realización, la fuente de iluminación 61 y el componente de

iluminación 63 pueden omitirse. En cambio, se proporciona la fuente de luz 56 de la cámara a la que están acopladas las fibras de iluminación 54 de la cámara.

5 La realización del aparato de espectroscopia Raman 100 que incluye la sonda de espectroscopia Raman 10 de acuerdo con las figura 16 tiene los mismos rasgos distintivos y funcionalidades que la realización del aparato de espectroscopia Raman 100 que incluye la sonda de espectroscopia Raman 10 representada en las figuras 13 a 15, a excepción de las siguientes diferencias:

10 El aparato de espectroscopia Raman 100 incluye además una fuente de luz fototerapéutica 78 y un componente acoplador óptico 80. La fuente de iluminación 61 y el componente de iluminación no están presentes en el aparato de espectroscopia Raman 100 de la figura 16. La fuente de luz fototerapéutica 78 y el componente acoplador óptico 80 pueden estar dispuestos dentro del dispositivo de análisis 12 (como se representa) o externamente al dispositivo de análisis 12.

15 La fuente de luz fototerapéutica 78 está configurada para generar luz que tiene una intensidad suficientemente alta para modificar, en particular, cortar, extirpar y/o coagular, tejido, en particular, tejido blando. La intensidad de la luz generada por la fuente de luz fototerapéutica 78 puede ser únicamente suficientemente alta para modificar el tejido si la luz se enfoca en un volumen pequeño, por ejemplo, mediante una lente convexa o un sistema de lentes de enfoque. La fuente de luz fototerapéutica 78 puede incluir uno o más láseres, en particular, láseres semiconductores.

20 La luz generada por la fuente de luz fototerapéutica 78 se acopla a una entrada del componente acoplador óptico 80. Otra entrada del componente acoplador óptico 80 está acoplada a la fuente de luz Raman 40. El componente acoplador óptico 80 puede tener las mismas características y/o rasgos distintivos que el componente de iluminación 63 descrito anteriormente. En concreto, el componente acoplador óptico 80 está configurado para acoplar la luz recibida en las entradas en una única salida que puede acoplarse a la(s) fibra(s) Raman 27, en particular, a la(s) fibra(s) de iluminación 28. El componente acoplador óptico 80 permite que la luz generada por la fuente de luz Raman 40 y/o la fuente de luz fototerapéutica 78 se acople a la fibra Raman 27 y pueda propagarse hasta el extremo distal 18, en otras palabras, hasta el sitio diana.

30 La luz generada por la fuente de luz Raman 40 puede usarse para detectar tejido canceroso como se ha descrito anteriormente. Al analizar el tejido canceroso mediante espectroscopia Raman, el componente acoplador óptico 80 se configura para acoplar la luz de la fuente de luz Raman 40 a la fibra Raman 27. Una vez finalizada la medición de espectroscopia Raman, el componente acoplador óptico 80 se conmuta para acoplar la luz de la fuente de luz fototerapéutica 78 a la fibra Raman 27 para modificar el tejido canceroso, por ejemplo, para cortar el tejido canceroso del tejido sano. Como alternativa, el componente acoplador óptico 80 puede configurarse para acoplar simultáneamente la luz de la fuente Raman 40 y la fuente de luz fototerapéutica 78 a la fibra Raman 27. En este caso, las mediciones de espectroscopia Raman se pueden realizar mientras se corta tejido. Esta realización puede aplicarse si la longitud de onda de la luz generada por la fuente de luz fototerapéutica 78 no afecta la medición de la espectroscopia Raman.

40 Se pueden proporcionar filtros ópticos (p. ej., filtros de paso de banda o filtros dependientes de la longitud de onda) que están configurados para inhibir la luz retrodispersada que de otro modo incidiría en la fuente de luz Raman 40, la fuente de luz fototerapéutica 78 y/o la fuente de iluminación 61. Esta luz retrodispersada puede afectar el funcionamiento de la fuente de luz o de los láseres.

45 En otra realización (en vista de la realización de las figuras 7 y 13), una entrada del componente acoplador óptico 80 puede acoplarse a la fuente de iluminación 61 y la otra entrada del componente acoplador óptico 80 puede acoplarse a la fuente de luz fototerapéutica 78. En esta realización que no se representa en las figuras, la salida del componente acoplador óptico 80 está acoplada a al menos una fibra de cámara, en particular a la al menos una fibra de iluminación 54 de la cámara.

50 La realización del aparato de espectroscopia Raman 100 que incluye la sonda de espectroscopia Raman 10 de acuerdo con las figuras 17 a 19 tiene los mismos rasgos distintivos y funcionalidades que la realización del aparato de espectroscopia Raman 100 que incluye la sonda de espectroscopia Raman 10 representada en las figuras 13 a 15, a excepción de las siguientes diferencias:

55 El aparato de espectroscopia Raman 100 incluye adicionalmente la fuente de luz fototerapéutica 78 (que tiene opcionalmente las características y/o rasgos distintivos descritos junto con la realización de la figura 16) y al menos una fibra terapéutica 82 que está acoplada a la fuente de luz fototerapéutica 78.

60 La al menos una fibra terapéutica 82 se extiende desde la fuente de luz fototerapéutica 78 a través del cuerpo alargado 16 hasta el extremo distal 18 del cuerpo alargado 16. La al menos una fibra terapéutica 82 está dispuesta dentro del cuerpo alargado 16, pero fuera de la luz 26 para instrumentos (véase la figura 18). La al menos una fibra terapéutica 82 puede estar dispuesta entre la pluralidad de fibras Raman 27 y fibras de cámara. En el caso de una pluralidad de fibras terapéuticas 82, se pueden disponer en configuraciones similares a las de las fibras Raman 27 y/o fibras de cámara.

65 Como se puede observar en las figuras 18 y 19, las fibras terapéuticas 82 forman un anillo de fibras alrededor de la

5 luz 26 para instrumentos. Las fibras Raman 27 forman otro anillo de fibras que rodea el anillo de fibras terapéuticas 82. Las fibras terapéuticas 82 pueden incluir una lente o un sistema de lentes en el extremo distal 18 para enfocar la luz emitida en el extremo distal 18 sobre el sitio diana. Como alternativa, como se representa en la figura 18, las fibras terapéuticas 82 están acopladas al dispositivo de tapa 36 que incluye ópticas para enfocar la luz emitida en el extremo distal 18 de las fibras terapéuticas 82 sobre el sitio diana.

10 La realización del aparato de espectroscopia Raman 100 que incluye la sonda de espectroscopia Raman 10 de acuerdo con las figura 20 tiene los mismos rasgos distintivos y funcionalidades que la realización del aparato de espectroscopia Raman 100 que incluye la sonda de espectroscopia Raman 10 representada en las figuras 1 a 3, a excepción de las siguientes diferencias:

15 El aparato de espectroscopia Raman 100 incluye además un controlador 84 que está conectado a la fuente de luz Raman 40 que, al menos en esta realización, está configurado para emitir luz de diferentes intensidades. En concreto, la fuente de luz Raman 40 está configurada para generar luz que tenga una intensidad máxima correspondiente a la intensidad de la luz generada por la fuente de luz fototerapéutica 78 analizada con las realizaciones de las figuras 16 a 19.

20 En la realización de la figura 20, la fuente de luz Raman 40 proporciona adicionalmente las capacidades de la fuente de luz fototerapéutica 78. Al realizar una medición de espectroscopia Raman, el controlador 84 controla la intensidad de la luz generada por la fuente de luz Raman 40 a un nivel que sea adecuado para las mediciones Raman. Al modificar (cortar) tejido en el sitio diana, el controlador 84 aumenta la intensidad de la luz generada por la fuente de luz Raman 40 hasta un nivel tal que facilita la modificación del tejido. En concreto, el controlador 84 aumenta la intensidad de la luz generada por la fuente de luz Raman 40 hasta un nivel máximo. Por ejemplo, la potencia de la luz para la espectroscopia Raman podría ser de 25 mW, que puede aumentarse hasta 25 W para modificar el tejido.

25 La figura 21 representa una realización de un aparato terapéutico 86 que incluye la fuente de luz fototerapéutica 78 y una sonda terapéutica 88. La fuente de luz fototerapéutica 78 puede tener las mismas características que las descritas anteriormente. La sonda terapéutica 88 incluye un cuerpo alargado 16 y al menos una fibra terapéutica 82 que puede ser similar a la descrita anteriormente.

30 La fibra terapéutica 82 se extiende desde el extremo distal 18 del cuerpo alargado 16 hasta el extremo proximal 20 del cuerpo alargado 16. La fibra terapéutica 82 sobresale del extremo proximal 20 del cuerpo alargado 16 y está acoplada a la fuente de luz fototerapéutica 78. El cuerpo alargado 16 puede incluir una funda 22 dentro de la cual se extiende la fibra terapéutica 82. Es posible que no se dispongan otros componentes, excepto la al menos una fibra terapéutica 82, dentro de la funda 22, que puede tener las mismas características que las descritas anteriormente. Por ejemplo, la sonda terapéutica 88 está exenta de una luz para instrumentos o fibras ópticas no acopladas a la fuente de luz fototerapéutica 78. Se puede proporcionar una lente terapéutica 90 en el extremo distal 18. La lente terapéutica 90 puede estar configurada para enfocar la luz emitida por la fibra terapéutica 82 en el extremo distal 18 sobre el sitio diana. La lente terapéutica 90 puede incluir una o más lentes, en particular, lentes convexas.

40 La sonda terapéutica 88 del aparato de tratamiento 86 puede insertarse en la luz 26 para instrumentos de la sonda de espectroscopia Raman 10. Como alternativa, el aparato de tratamiento 86 puede fijarse a la luz 26 para instrumentos de la sonda de espectroscopia Raman 10.

45 La figura 22 muestra una vista lateral en sección transversal de un conjunto alargado 200. El conjunto alargado 200 incluye un cable de alimentación coaxial 202 que se puede conectar en su extremo proximal a un generador (tal como el generador 64) para transportar energía de microondas. El cable de alimentación coaxial 202 comprende un conductor interno 204 y un conductor externo 206 que están separados por un material dieléctrico 208. El cable de alimentación coaxial 202 presenta preferentemente pérdidas reducidas de energía de microondas. Se puede proporcionar un estrangulador (no mostrado) en el cable de alimentación coaxial 202 para inhibir la retropropagación de la energía de microondas reflejada desde el extremo distal y, por tanto, limitar el calentamiento hacia atrás a lo largo del dispositivo. El cable de alimentación coaxial 202 incluye además una funda externa flexible 210 dispuesta alrededor del conductor externo 206 para proteger el cable de alimentación coaxial 204. La funda protectora 210 puede estar hecha de un material aislante para aislar eléctricamente el conductor externo 206 de su entorno. La funda exterior 210, así como la funda exterior 22, pueden estar hechas o recubiertas con, un material antiadherente tal como PTFE para reducir la fricción.

50 Se forma una punta radiante 212 en el extremo distal 214 del cable de alimentación coaxial 202. La línea discontinua 215 de la figura 22 ilustra la superficie de contacto entre el cable de alimentación coaxial 202 y la punta radiante 212. La punta radiante 212 está dispuesta para recibir energía de microondas transportada por el cable de alimentación coaxial 202 y suministrar la energía al tejido biológico, por ejemplo, en el sitio diana. El conductor externo 206 del cable de alimentación coaxial 202 termina en el extremo distal 214 del cable de alimentación coaxial 202, es decir, el conductor externo 206 no se extiende hacia la punta radiante 212. La punta radiante 212 incluye una parte distal 216 del conductor interno 204 que se extiende más allá del extremo distal del cable de alimentación coaxial 202. En concreto, la parte distal 216 del conductor interno 204 se extiende más allá de un extremo distal del conductor externo 206.

El conductor interno 204 del cable de alimentación coaxial 202 y el conductor interno 216 de la punta radiante 212 son huecos para formar un conducto 217 en el que se puede insertar el instrumento alargado 32. El diámetro interior del conducto 217 puede ser de 1,8 mm a 2,0 mm, mientras que el diámetro exterior del instrumento alargado 32 es ligeramente menor para permitir un espacio libre.

5 Un elemento de sintonización proximal 218 (o primer elemento de sintonización) hecho de un material conductor (p. ej., metal) está conectado eléctricamente a la parte distal 216 del conductor interno 204 cerca de un extremo proximal de la punta radiante 212. El elemento de sintonización proximal 218 tiene forma cilíndrica e incluye un canal 220 a través del cual pasa la parte distal 216 del conductor interno 204. El diámetro del canal 220 es sustancialmente el mismo que el diámetro externo del conductor interno 204, de manera que el conductor interno 204 esté en contacto con el elemento de sintonización proximal 218 dentro del canal 220. El elemento de sintonización proximal 218 se puede sujetar al conductor interno 204, por ejemplo, utilizando un adhesivo conductor (p. ej., epoxi conductor) o mediante soldadura blanda o soldadura por fusión. El elemento de sintonización proximal 218 está centrado en el conductor interno 204. Dicho de otro modo, un eje central del elemento de sintonización proximal cilíndrico 218 es colineal con el eje longitudinal del conductor interno 204. De esta manera, el elemento de sintonización proximal 218 está dispuesto alrededor de la parte distal 216 del conductor interno 204 de manera simétrica con respecto al eje longitudinal del conductor interno 204.

20 Un elemento de sintonización distal 222 opcional (o segundo elemento de sintonización) hecho de un material conductor (p. ej., metal) está conectado eléctricamente a la parte distal 216 del conductor interno 204 cerca de un extremo distal de la punta radiante 212. Por tanto, el elemento de sintonización distal 222 está ubicado más a lo largo del conductor interno 204 que el elemento de sintonización proximal 218. El elemento de sintonización distal 222 está separado del elemento de sintonización proximal por una longitud de la parte distal 216 del conductor interno 204. Al igual que el elemento de sintonización proximal 218, el elemento de sintonización distal tiene forma cilíndrica e incluye un canal 224. Como puede observarse en la figura 22, la parte distal 216 del conductor interno 204 se extiende hacia el canal 224. La parte distal 216 del conductor interno 204 termina en un extremo distal del canal 224, es decir, no sobresale más allá del elemento de sintonización distal 222. De esta manera, un extremo distal del conductor interno 204 queda a ras de una cara distal del elemento de sintonización distal 222. El diámetro del canal 224 es sustancialmente el mismo que el diámetro externo del conductor interno 204, de manera que el conductor interno 204 esté en contacto con el elemento de sintonización distal 222 dentro del canal 224. El elemento de sintonización distal 222 se puede sujetar también al conductor interno 204, por ejemplo, utilizando un adhesivo conductor (p. ej., epoxi conductor) o mediante soldadura blanda o soldadura por fusión. Al igual que el elemento de sintonización proximal 218, el elemento de sintonización distal 222 está montado de manera que esté centrado en el conductor interno 204. Tanto el elemento de sintonización proximal 218 como el elemento de sintonización distal 222 tienen el mismo diámetro externo. El diámetro externo del elemento de sintonización proximal 218 y el elemento de sintonización distal 222 pueden ser ligeramente menores que el diámetro externo del instrumento electroquirúrgico 200. En el ejemplo mostrado, el elemento de sintonización distal 222 es más largo que el elemento de sintonización proximal 218 en la dirección longitudinal del instrumento. Dicho de otro modo, la longitud del conductor interno 204 en el canal 224 en el elemento de sintonización distal 222 es mayor que la longitud del conductor interno 204 en el canal 220 en el elemento de sintonización proximal 218. Por ejemplo, el elemento de sintonización distal 222 puede ser aproximadamente el doble de largo que el elemento de sintonización proximal 218. Al hacer que el elemento de sintonización distal 222 sea más largo que el elemento de sintonización proximal 218, es posible concentrar la emisión de microondas alrededor del extremo distal de la punta radiante 212.

45 Una parte distal 226 del material dieléctrico 208 se extiende más allá del extremo distal 214 del cable de alimentación coaxial 202 hacia la punta radiante 212. La parte distal 226 del material dieléctrico 208 actúa como un espaciador entre el elemento de sintonización proximal 218 y el extremo distal 214 del cable de alimentación coaxial 202. En algunas realizaciones (no mostradas), el material dieléctrico 208 puede terminar en el extremo distal 214 del cable de alimentación coaxial 202, y se puede proporcionar un espaciador separado entre el extremo distal 214 del cable de alimentación coaxial 202 y el elemento de sintonización proximal 218. Se proporciona un espaciador dieléctrico 228 en la punta radiante 212 entre el elemento de sintonización proximal 218 y el elemento de sintonización distal 222. El espaciador dieléctrico 228 es una pieza cilíndrica de material dieléctrico, que tiene un canal central que se extiende a su través. Por tanto, el espaciador dieléctrico 228 puede ser un tubo de material dieléctrico. La parte distal 214 del conductor interno 204 se extiende a través del canal en el espaciador dieléctrico 228. Una cara proximal del espaciador dieléctrico 228 está en contacto con el elemento de sintonización proximal 218, y una cara distal del espaciador dieléctrico 228 está en contacto con el elemento de sintonización distal 222. El espaciador dieléctrico 228 tiene aproximadamente el mismo diámetro externo que los elementos de sintonización proximal y distal 218, 222.

60 Se proporciona una funda protectora 230 en el exterior de la punta radiante 212. La funda externa 230 cubre el espaciador dieléctrico 228 y los elementos de sintonización proximal y distal 218, 222 para formar la superficie externa de la punta radiante 212. La funda protectora 230 puede ser un tubo de material aislante. La funda externa 230 puede servir para aislar la punta radiante 212 y protegerla del entorno. La funda protectora 230 puede estar fabricada o revestida con un material antiadherente (p. ej., PTFE) para evitar que el tejido se adhiera a la misma. El diámetro externo de la funda protectora 230 es sustancialmente el mismo que el diámetro externo del cable de alimentación coaxial 202, para que el instrumento tenga una superficie externa lisa, es decir, la punta radiante 212 tiene una superficie externa que está a ras de una superficie externa del cable de alimentación coaxial 202 en la superficie de

contacto 215. En algunas realizaciones (no mostradas), la funda protectora 230 puede ser una continuación de la funda externa 210 del cable de alimentación coaxial 202. Juntos, la parte distal 226 del material dieléctrico 208, el espaciador dieléctrico 228 y la funda protectora 230 forman un cuerpo dieléctrico de la punta radiante 212.

- 5 La punta radiante 212 puede incluir además una punta distal 232 ubicada en su extremo distal. La punta distal 232 puede ser puntiaguda para facilitar la inserción de la punta radiante 212 en el tejido objetivo. Sin embargo, en otras realizaciones (no mostradas), la punta distal puede ser redondeada o plana. La punta distal 232 puede estar hecha de un material dieléctrico, por ejemplo, el mismo que el material dieléctrico 208. En algunas realizaciones, el material de la punta distal 232 puede seleccionarse para mejorar la coincidencia de impedancia con el tejido objetivo, para así
- 10 mejorar la eficiencia con la que se suministra la energía EM al tejido objetivo. La punta distal 232 puede estar fabricada o revestida con un material antiadherente (p. ej., PTFE) para evitar que el tejido se adhiera a la misma.

- La punta distal 232 puede incluir un orificio pasante 233 que se extiende en la dirección del conducto 217 que está alineado con el conducto 217. El orificio pasante 233 tiene el mismo diámetro interior que el conducto 217. El
- 15 instrumento alargado 32 puede ser empujado a través del conducto 217 y el orificio pasante 233 fuera del instrumento alargado 200.

Las siguientes son dimensiones de ejemplo del instrumento electroquirúrgico 200:

- 20 - distancia desde la superficie de contacto 215 hasta el extremo distal de la porción distal 216 del conductor interno 204: 9,1mm;
- diámetro externo del elemento de sintonización proximal 218 y del elemento de sintonización distal 222: 2,4mm;
- longitud del elemento de sintonización proximal 218: 0,8 mm;
- longitud del elemento de sintonización distal 222: 1,6 mm;
- 25 - separación entre el elemento de sintonización proximal 218 y el elemento de sintonización distal 222: 5,9 mm;
- separación entre el elemento de sintonización proximal 218 y la superficie de contacto 215: 0,8 mm; y
- diámetro externo del instrumento electroquirúrgico 200: 3,0 mm.

- La punta radiante 212 puede actuar como una antena monopolo de microondas cuando la energía de microondas se transporte a la punta radiante 212. En concreto, la energía de microondas puede ser irradiada desde la parte distal
- 30 216 del conductor interno 202, de modo que la energía de microondas se pueda suministrar al tejido biológico circundante. Los elementos de sintonización proximal y distal 218, 222 actúan para dar forma al perfil de radiación de la punta radiante 212 y mejorar la coincidencia de impedancia entre el instrumento y el tejido objetivo circundante, como se expone más adelante.

- 35 El instrumento alargado 32 que se puede insertar en el conducto 217 puede ser un instrumento quirúrgico (endoscópico), una cámara endoscópica 44 o un instrumento de espectroscopia Raman alargado. La cámara endoscópica 44 puede estar configurada como se ha descrito anteriormente. El instrumento de espectroscopia Raman alargado puede incluir al menos una fibra de iluminación 28, al menos una fibra colectora 30, el cuerpo alargado 16
- 40 y/o el dispositivo de tapa 36 que pueden tener las configuraciones y figuras descritas anteriormente. En un ejemplo fuera del alcance de la presente invención, el instrumento de espectroscopia Raman alargado puede configurarse como la sonda de espectroscopia Raman 10 sin la luz 26 para instrumentos.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de espectroscopia Raman, que comprende

- 5 la sonda de espectroscopia Raman (10),
un dispositivo de análisis (12) que incluye un espectrómetro (72) y una fuente de luz Raman (40) para generar luz monocromática,
una fuente de luz fototerapéutica (78) configurada para generar luz que tiene una intensidad configurada para modificar tejido, y
- 10 un componente acoplador óptico (80),
en donde la sonda de espectroscopia Raman (10) comprende
- un cuerpo alargado (16) que tiene un extremo distal (18) y un extremo proximal (20),
al menos una fibra Raman (27) dentro del cuerpo alargado (16) para guiar la luz entre el extremo proximal (20)
15 y el extremo distal (18), y
una luz (26) para instrumentos dentro del cuerpo alargado (16) y que se extiende entre el extremo distal (18) y el extremo proximal (20),
- en donde la luz (26) para instrumentos está configurada para recibir un instrumento alargado (32),
20 en donde la al menos una fibra Raman (27) está dispuesta fuera de la luz (26) para instrumentos,
en donde la al menos una fibra Raman (27) está acoplada al dispositivo de análisis (12), en particular, a la fuente de luz Raman y/o al espectrómetro y
en donde el componente acoplador óptico (80) está configurado para acoplar selectiva o permanentemente la luz de la fuente de luz Raman (40) y la luz de la fuente de luz fototerapéutica (78) a la al menos una fibra Raman (27),
25 en donde las entradas del componente acoplador óptico (80) están acopladas a la fuente de luz Raman (40) y la fuente de luz fototerapéutica (78) respectivamente, y la salida del componente acoplador óptico (80) está acoplada a la fibra Raman (27).

2. Un aparato de espectroscopia Raman, que comprende

- 30 la sonda de espectroscopia Raman (10),
un dispositivo de análisis (12) que incluye un espectrómetro (72), una fuente de luz Raman (40) para generar luz monocromática, y una fuente de iluminación (61) para generar luz no monocromática,
una fuente de luz fototerapéutica (78) configurada para generar luz que tiene una intensidad configurada para modificar tejido, y
- 35 un componente acoplador óptico (80),
en donde la sonda de espectroscopia Raman (10) comprende
- un cuerpo alargado (16) que tiene un extremo distal (18) y un extremo proximal (20),
40 al menos una fibra Raman (27) dentro del cuerpo alargado (16) para guiar la luz entre el extremo proximal (20) y el extremo distal (18),
al menos una fibra de iluminación (54) de la cámara que está configurada para guiar la luz desde el extremo proximal (18) hasta el extremo distal (20) y una luz (26) para instrumentos dentro del cuerpo alargado (16) y que se extiende entre el extremo distal (18) y el extremo proximal (20),
- 45 en donde la luz (26) para instrumentos está configurada para recibir un instrumento alargado (32),
en donde la al menos una fibra Raman (27) está dispuesta fuera de la luz (26) para instrumentos,
en donde la al menos una fibra Raman (27) está acoplada al dispositivo de análisis (12), en particular, a la fuente de luz Raman y/o al espectrómetro y
50 en donde el componente acoplador óptico (80) está configurado para acoplar selectiva o permanentemente la luz de la fuente de iluminación (61) y la luz de la fuente de luz fototerapéutica (78) a la al menos una fibra de iluminación (54) de la cámara,
en donde las entradas del componente acoplador óptico (80) están acopladas a la fuente de iluminación (61) y la fuente de luz fototerapéutica (78) respectivamente, y la salida del componente acoplador óptico (80) está acoplada
55 a la fibra de iluminación (54) de la cámara.

3. El aparato de espectroscopia Raman de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 2, en donde la fuente de luz Raman (40) y/o la fuente de iluminación (61) están configuradas para variar la intensidad de la luz generada.

60 4. El aparato de espectroscopia Raman de acuerdo con la reivindicación 3, en donde el aparato de espectroscopia Raman (100) comprende además un controlador (84) para controlar la intensidad de la luz generada por la fuente de luz Raman (40) y/o la fuente de iluminación (61).

65 5. El aparato de espectroscopia Raman de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, en donde el dispositivo de análisis (12) incluye además un componente de iluminación óptica (63) y una fuente de iluminación (61)

para generar luz no monocromática, el componente de iluminación óptica (63) acoplado a la al menos una fibra Raman (27), la fuente de luz Raman (40) y la fuente de iluminación (61), en donde el componente de iluminación óptica (63) está configurado para acoplar selectiva o permanentemente la luz monocromática de la fuente de luz Raman (40) y/o la luz no monocromática de la fuente de iluminación (61) a la al menos una fibra Raman (27).

- 5
6. El aparato de espectroscopia Raman de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, en donde el dispositivo de análisis (12) incluye además un componente de detección óptica (76), el componente de detección óptica (76) acoplado a la al menos una fibra Raman (27), la fuente de luz Raman (40) y el espectrómetro (72), en donde el componente de detección óptica (76) está configurado para encaminar la luz monocromática de la fuente de luz Raman (40) hacia la al menos una fibra Raman (27) y la luz desde la al menos una fibra Raman (27) hasta el espectrómetro (72).
- 10

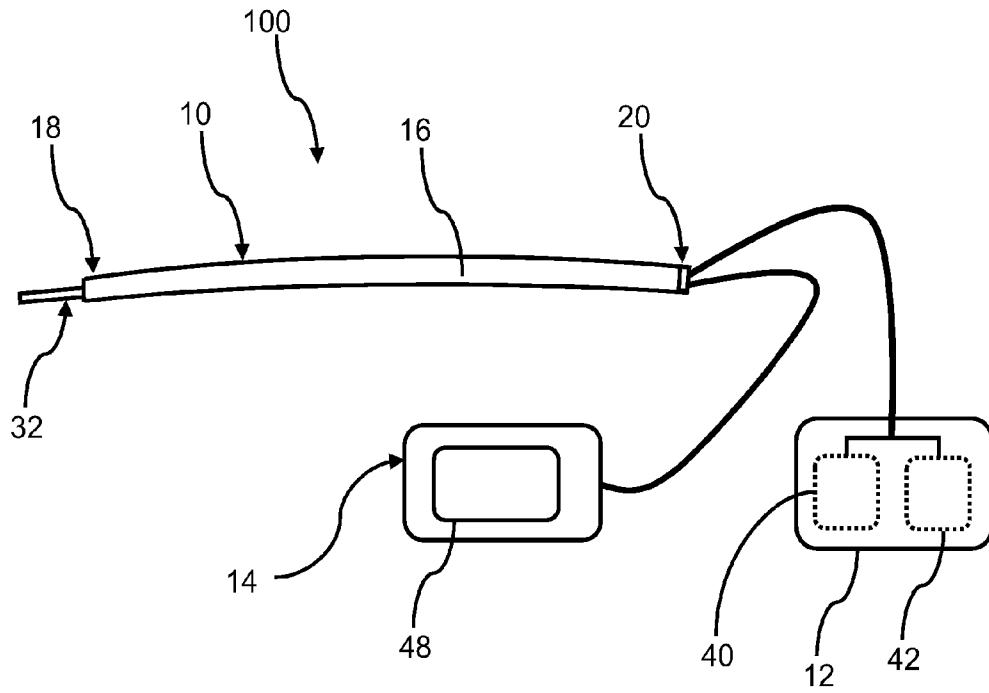


Fig. 1

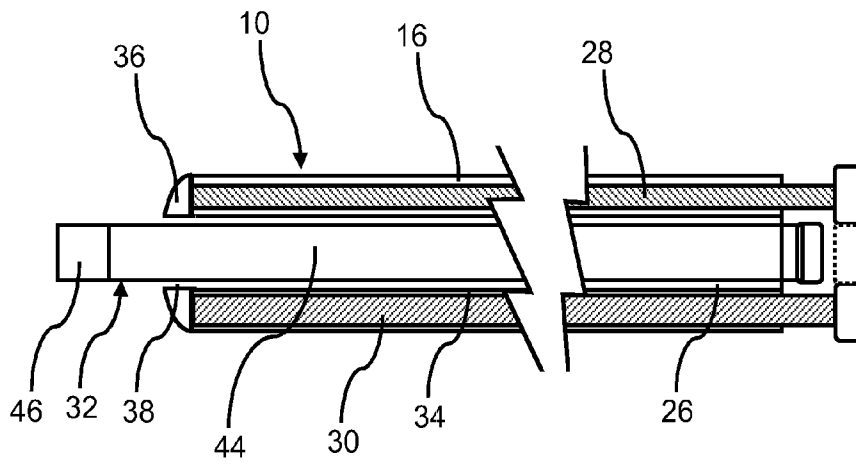


Fig. 2

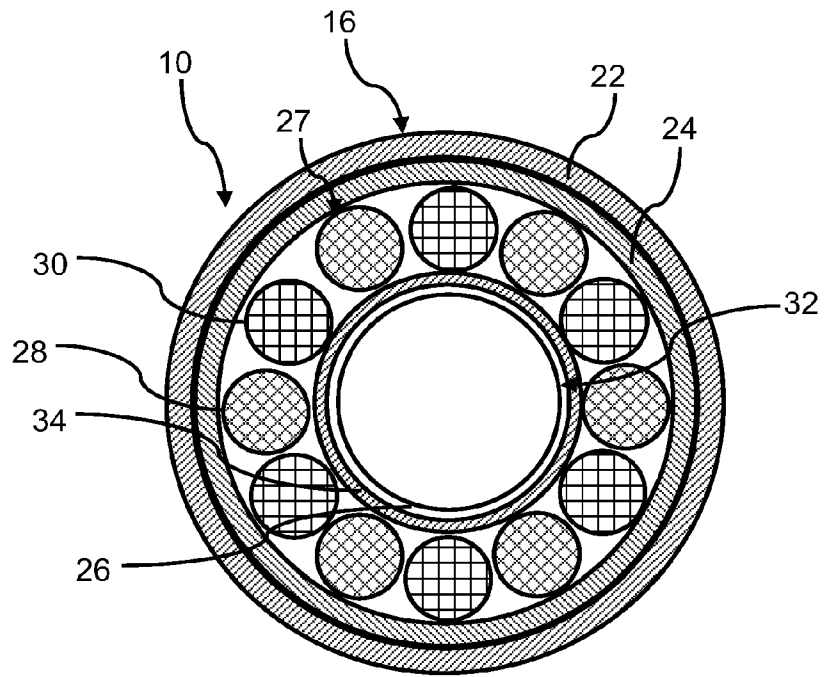


Fig. 3

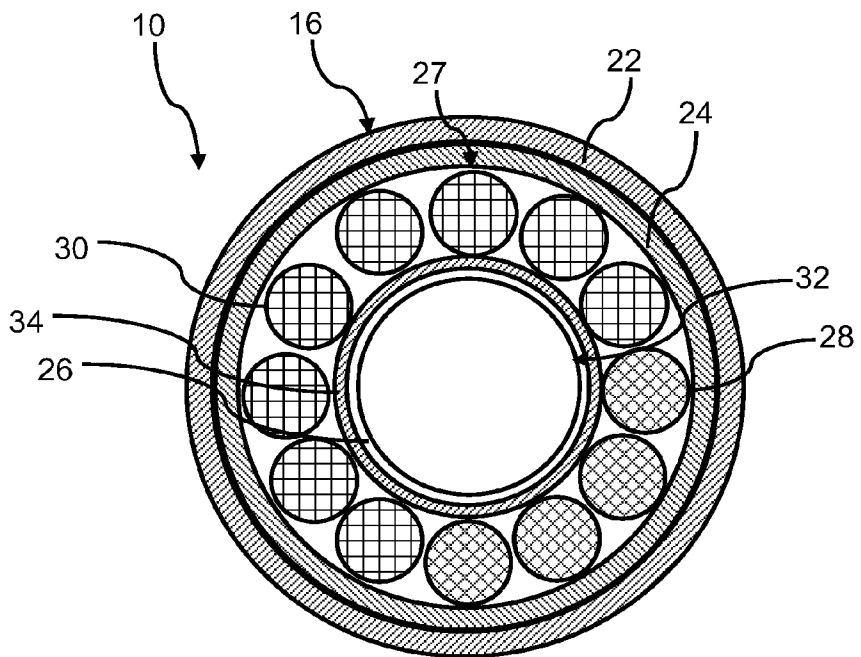


Fig. 4

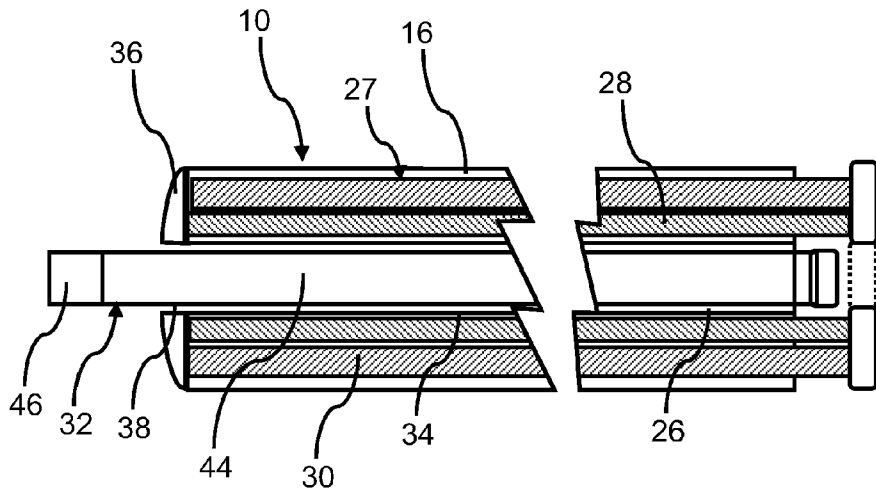


Fig. 5

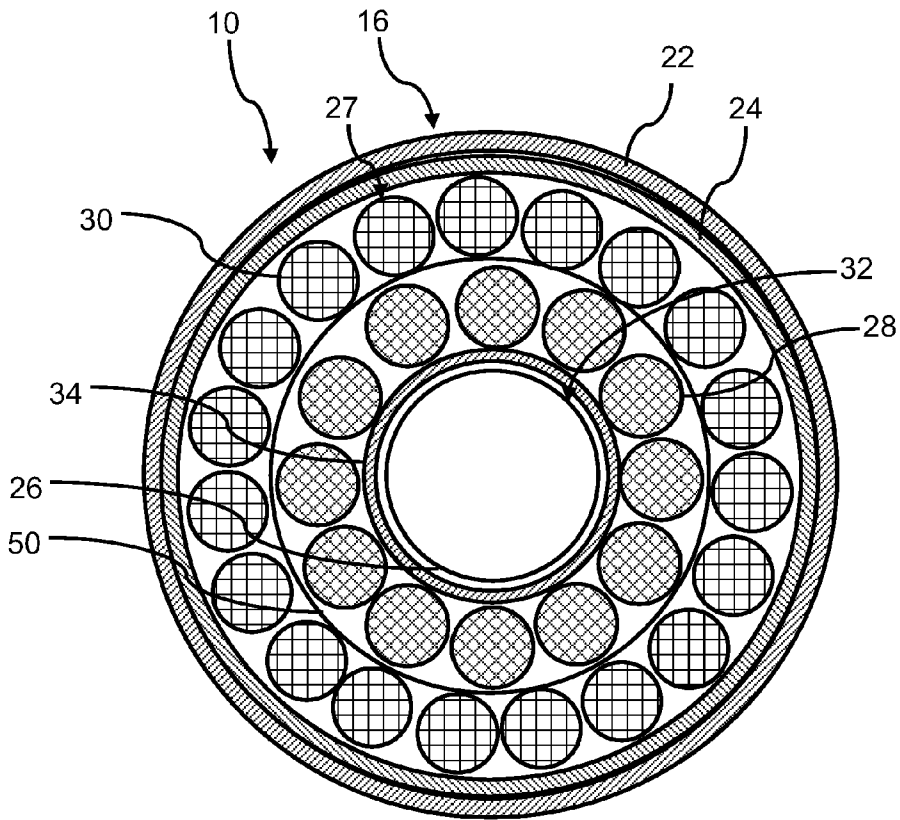


Fig. 6

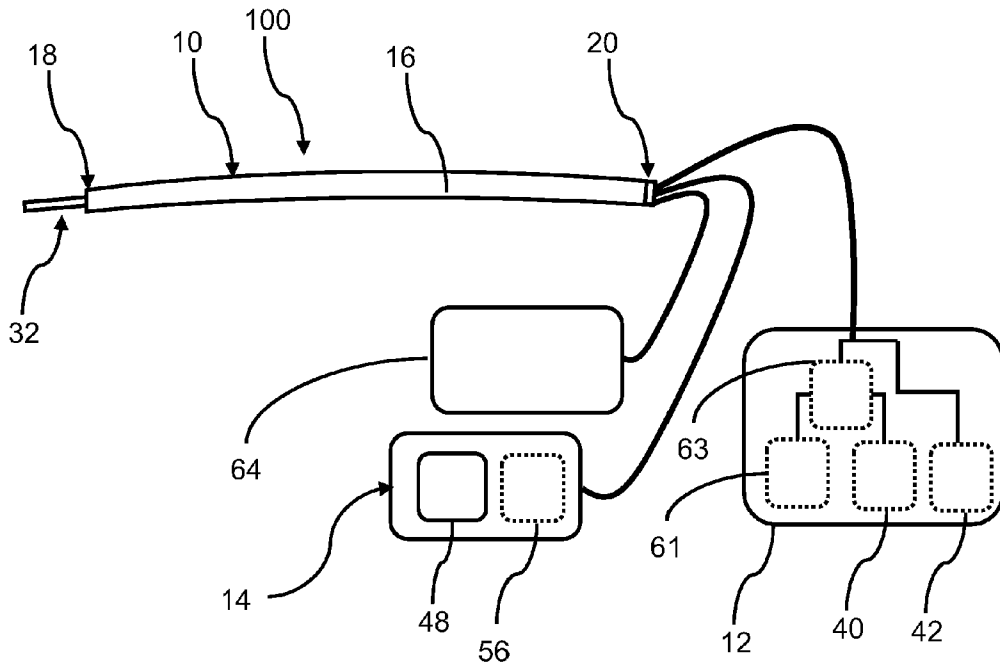


Fig. 7

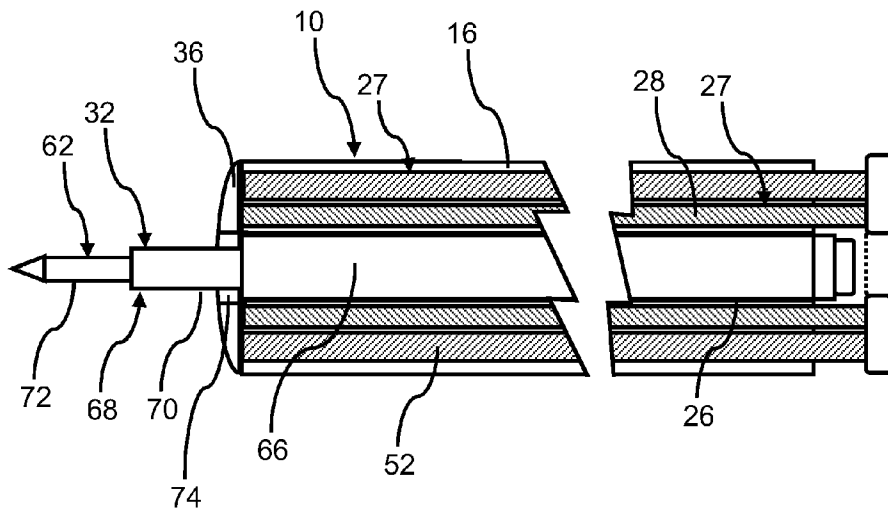


Fig. 8

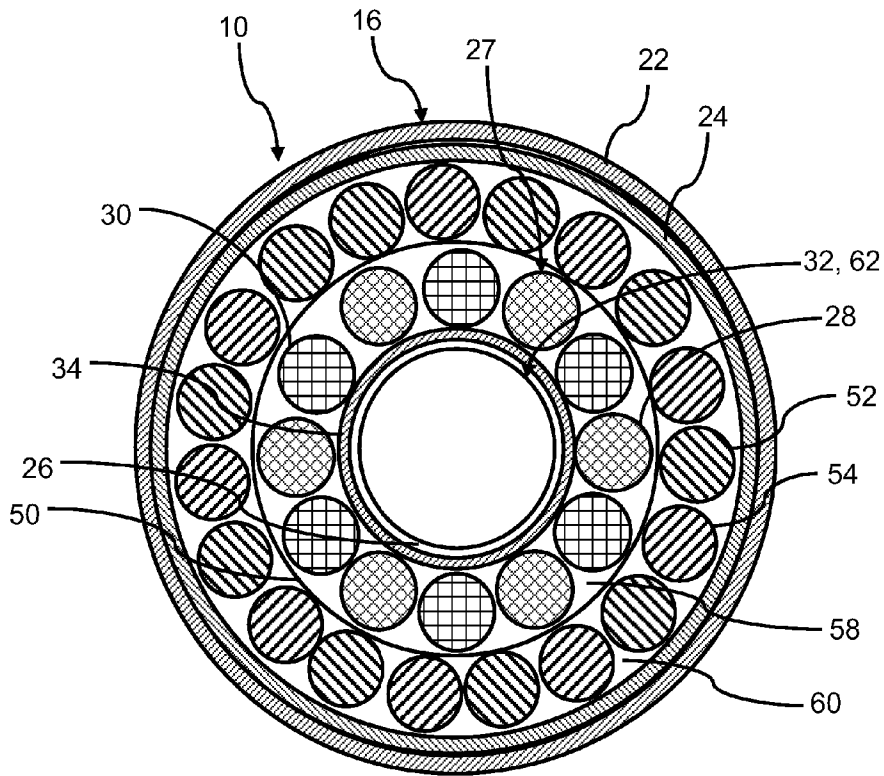


Fig. 9

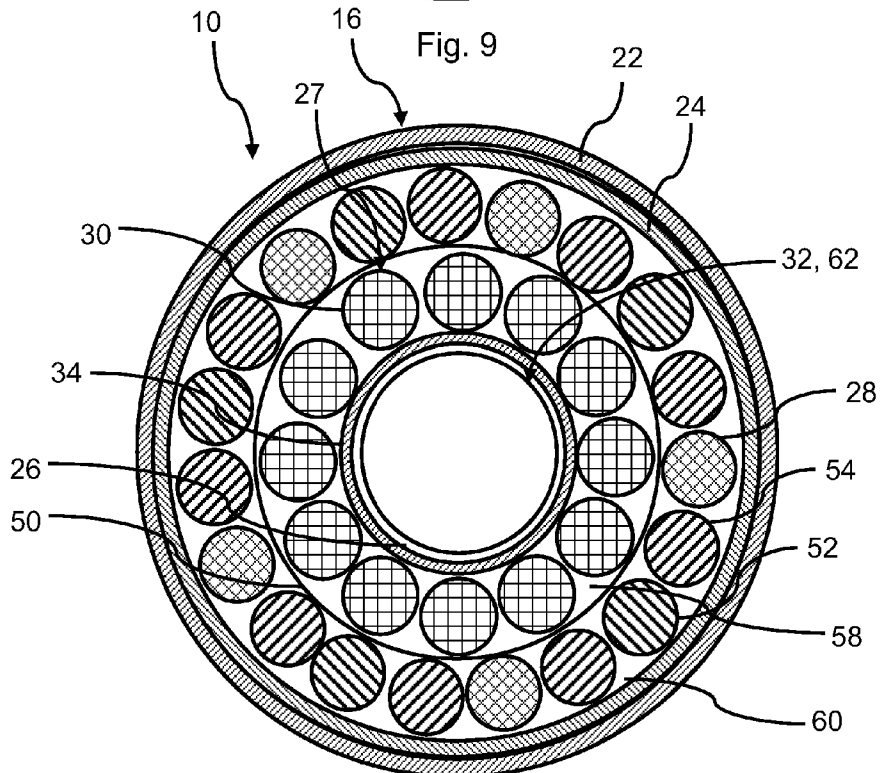


Fig. 10

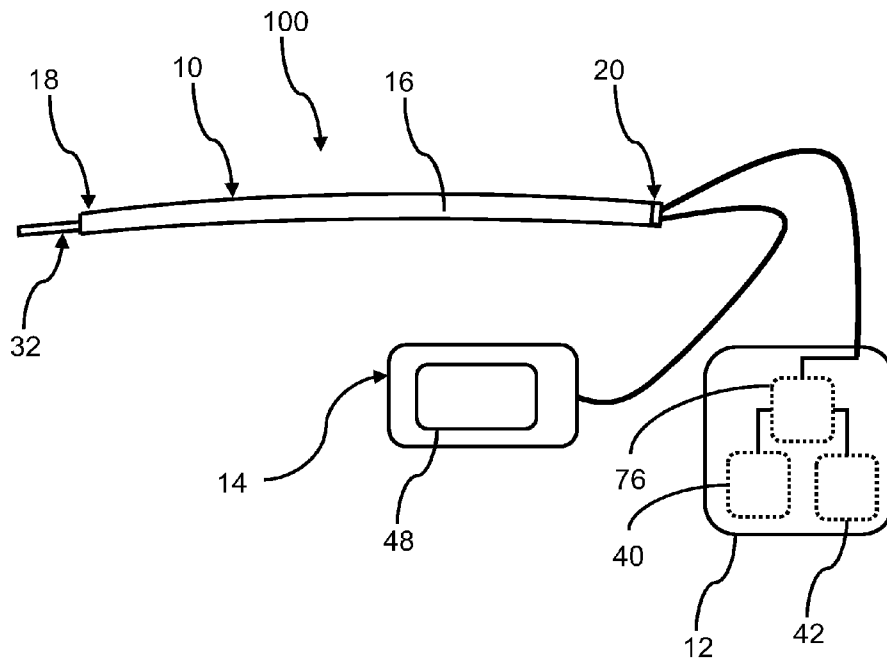


Fig. 11

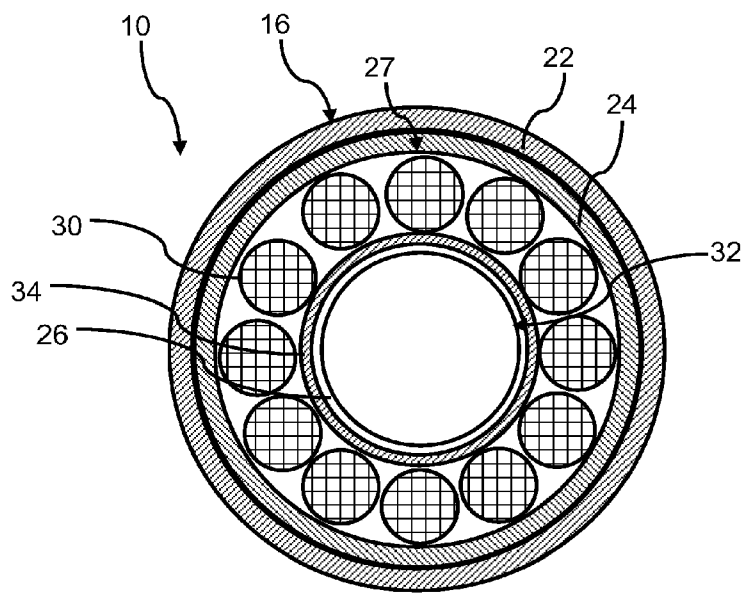


Fig. 12

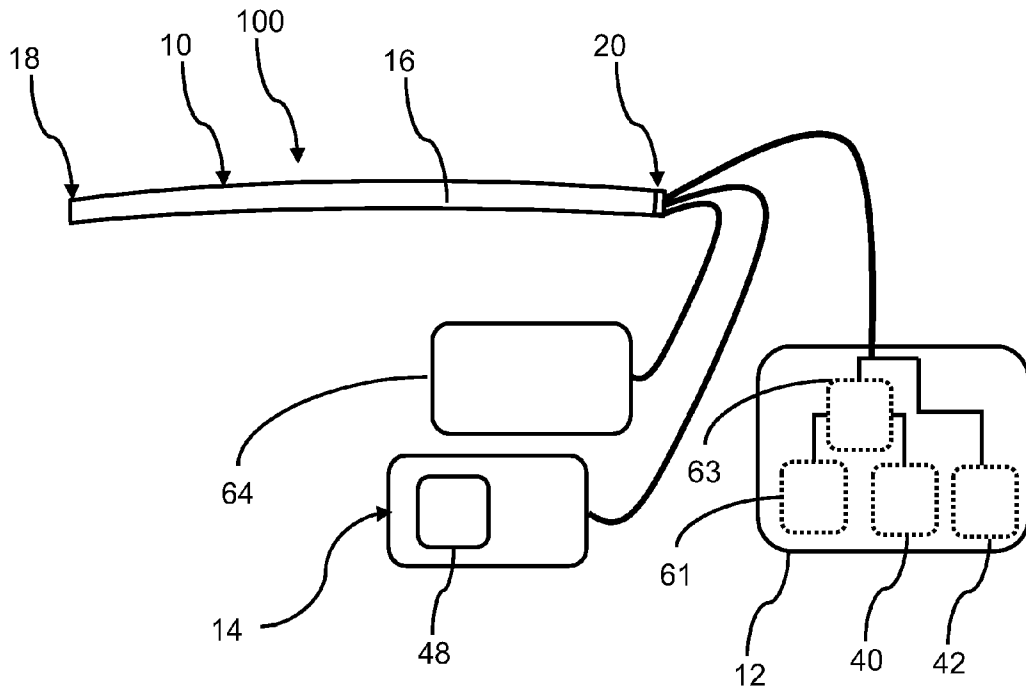


Fig. 13

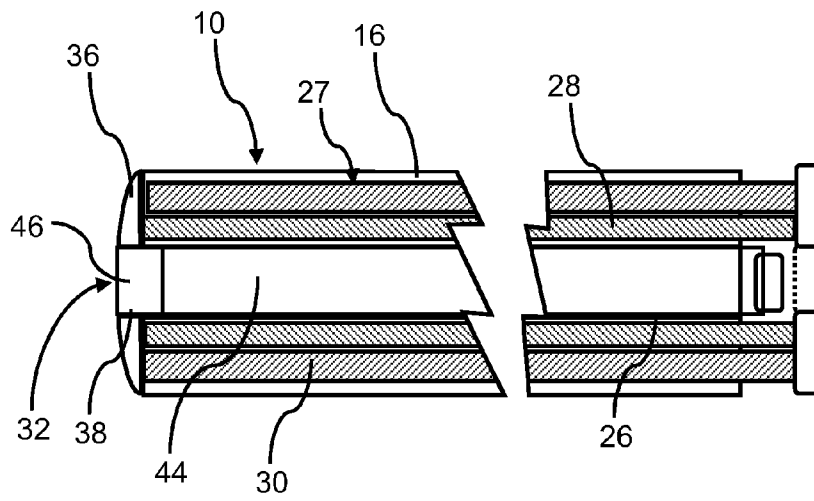


Fig. 14

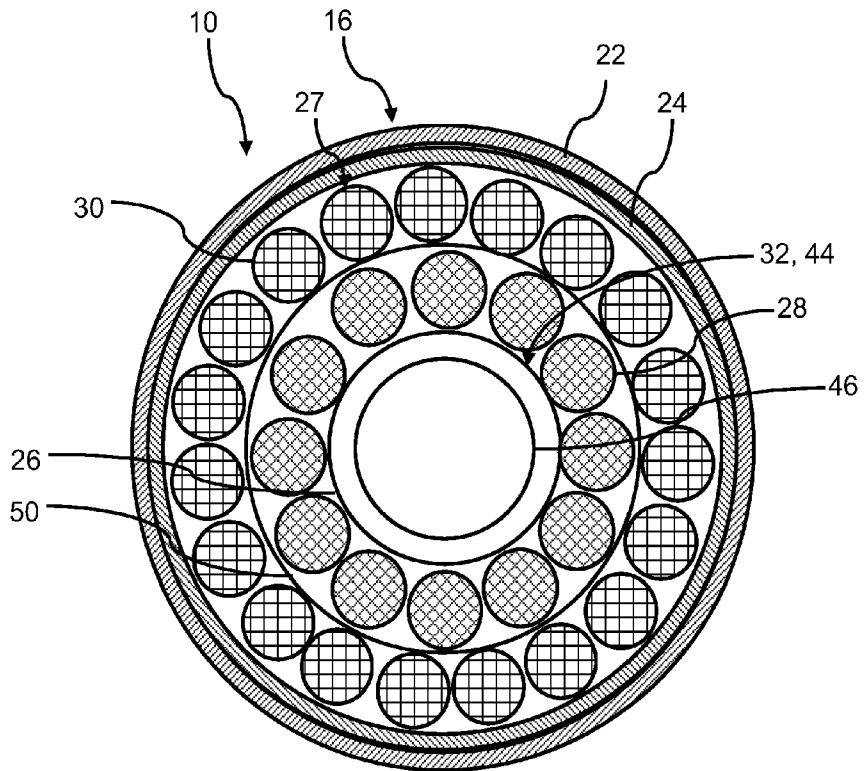


Fig. 15

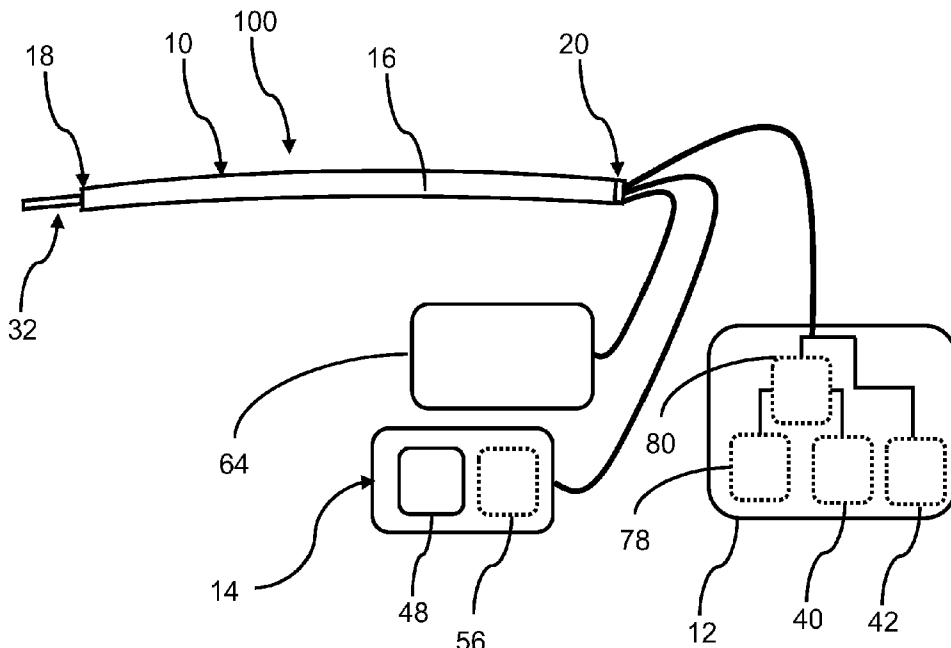


Fig. 16

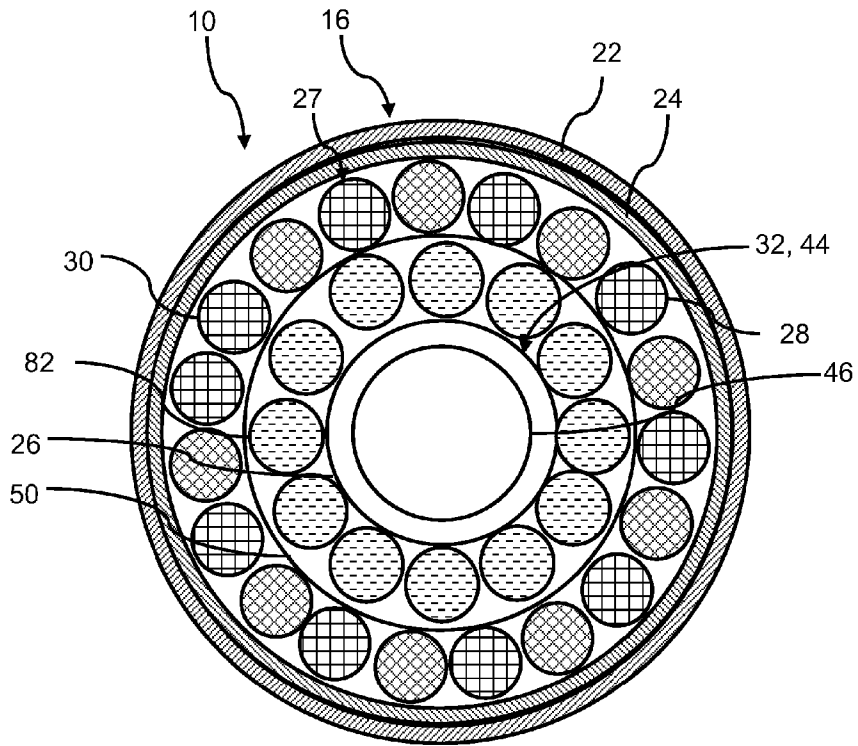


Fig. 19

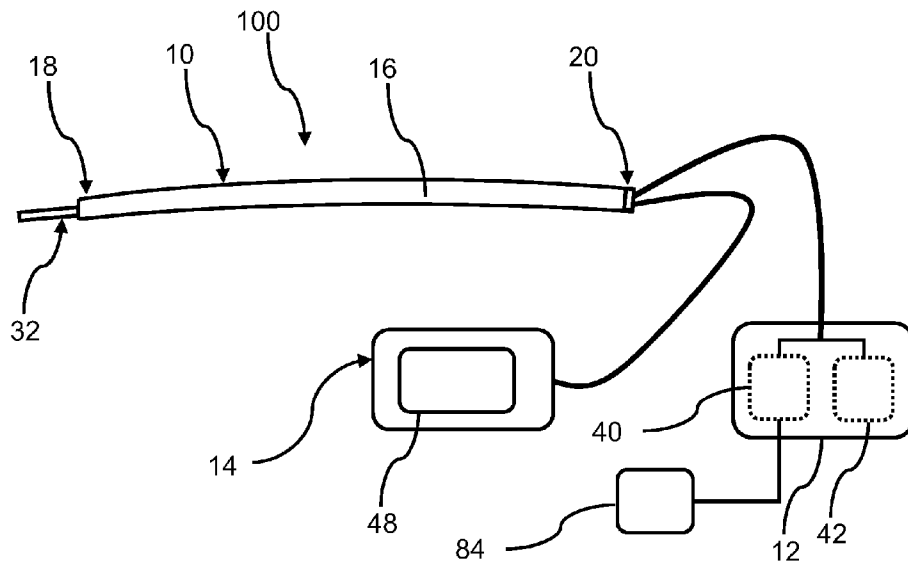


Fig. 20

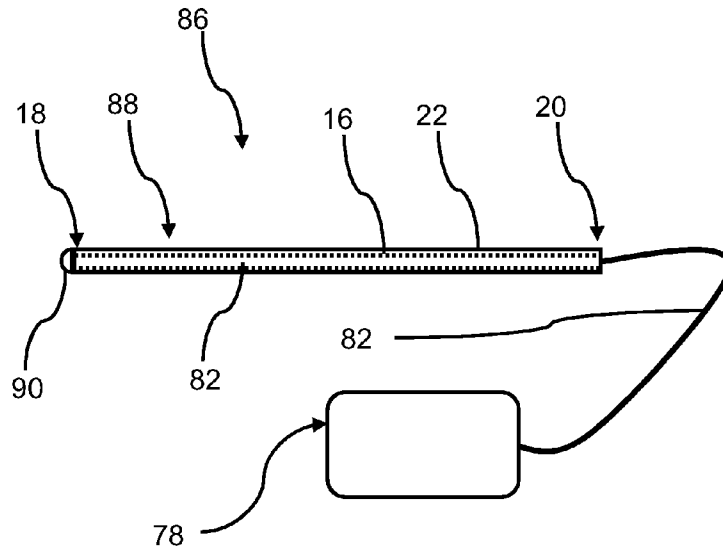


Fig. 21

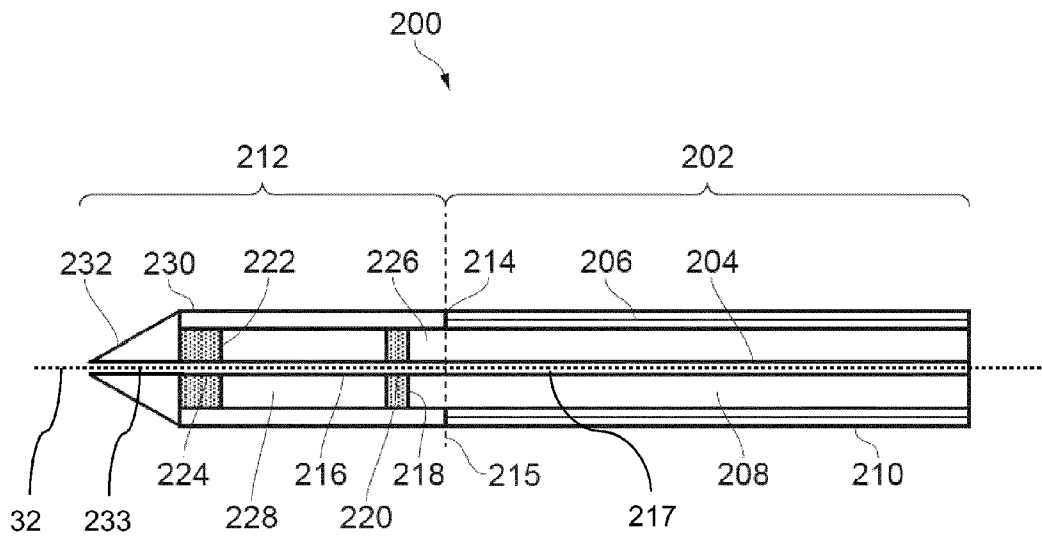


Fig. 22