

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 988 259**

51 Int. Cl.:

A61L 2/14 (2006.01)

A61B 1/12 (2006.01)

A61B 90/70 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **04.11.2021** **PCT/EP2021/080683**

87 Fecha y número de publicación internacional: **27.05.2022** **WO22106215**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.11.2021** **E 21807019 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.07.2024** **EP 4028065**

54 Título: **Aparato para esterilizar un canal de un dispositivo de exploración quirúrgica**

30 Prioridad:

20.11.2020 GB 202018275

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

19.11.2024

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

HANCOCK, CHRISTOPHER PAUL;
HODGKINS, GEORGE;
TAPLIN, WILLIAM;
LAWRENCE, RICHARD;
ULLRICH, GEORGE CHRISTIAN y
WEBB, DAVID EDWARD

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 988 259 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Aparato para esterilizar un canal de un dispositivo de exploración quirúrgica

5 Campo de la invención

La presente invención se refiere a la esterilización de dispositivos de exploración quirúrgica tales como endoscopios y, particularmente, aunque no exclusivamente, a un aparato que puede utilizarse para esterilizar o desinfectar los canales de instrumento de tales dispositivos de exploración quirúrgica.

10 Antecedentes

Las bacterias son organismos unicelulares que se encuentran en casi todas partes, existen en grandes cantidades y son capaces de dividirse y multiplicarse rápidamente. La mayoría de las bacterias son inofensivas, pero existen tres grupos dañinos; en concreto: cocos, espirilos y bacilos. Las bacterias cocos son células redondas, las bacterias espirilos tienen forma de espiral y las bacterias bacilos tienen forma de bastón. Las bacterias dañinas causan enfermedades tales como el tétanos y la fiebre tifoidea.

Los virus únicamente pueden vivir y multiplicarse invadiendo otras células, es decir, no pueden sobrevivir por sí solos. Los virus causan enfermedades tales como resfriados, gripe, paperas y el SIDA. Las esporas de hongos y pequeños organismos llamados protozoos pueden causar enfermedades.

Se sabe que estos microorganismos persisten en el canal de instrumento, o en otros canales, de dispositivos de exploración quirúrgica (tales como endoscopios, gastroscopios, etc.) y es deseable eliminar estos organismos. La esterilización es un acto o proceso que destruye o elimina toda forma de vida, especialmente los microorganismos.

Los métodos conocidos para esterilizar los canales de instrumento de los endoscopios implican el uso de fluidos de limpieza que se hacen pasar a través del canal para expulsar los residuos. También se puede utilizar un cepillo para frotar el interior. A continuación, el endoscopio se desinfecta en unidades automáticas de lavado o desinfección, lo que puede implicar la inmersión del endoscopio en sustancias químicas potencialmente dañinas tal como el glutaraldehído. Por último, el aparato de exploración se enjuaga de manera exhaustiva con agua, después alcohol, para eliminar restos del desinfectante.

Estos métodos conocidos requieren mucha mano de obra y también son propensos a una esterilización incompleta o insuficiente del canal de instrumento. La presente invención se ha ideado a la luz de las consideraciones anteriores.

El documento WO 2019/175063 A se refiere a un dispositivo de esterilización que utiliza plasma térmico o no térmico para desinfectar dispositivos de exploración quirúrgica tales como endoscopios, gastroscopios, laparoscopios y similares.

El documento WO 2020/123679 A1 divulga instrumentos endoscópicos y sistemas y métodos de desinfección basados en energía para su uso con estos instrumentos.

Sumario de la invención

De acuerdo con un primer aspecto de la invención, se proporciona un aparato de esterilización para esterilizar un canal, tal como un canal de instrumento, de un dispositivo de exploración. El aparato de esterilización comprende un suministro de gas que tiene un conducto para aportar un gas ionizable al canal del dispositivo de exploración quirúrgica, un instrumento de esterilización, independiente del suministro de gas y del conducto, configurado para insertarse a través del canal de un dispositivo de exploración quirúrgica. El instrumento de esterilización comprende una sonda alargada que comprende una línea de transmisión para transportar energía electromagnética (EM) de radiofrecuencia (RF) y/o energía EM de microondas, y una punta de sonda conectada en el extremo distal del cable coaxial para recibir la energía EM de RF y/o de microondas, comprendiendo la punta de sonda un conjunto de electrodos configurado para producir un campo eléctrico a partir de la energía EM de RF y/o de frecuencia de microondas recibida para generar un plasma del gas ionizable aportado al canal desde el suministro de gas. Los gases que son de interés para la implementación del aparato divulgado en el presente documento son: aire, helio, argón, nitrógeno, aire comprimido y dióxido de carbono. El sistema no tiene por qué limitarse a estos gases. Se pueden utilizar mezclas de gases, por ejemplo, pueden utilizarse diversas concentraciones de argón, aire y helio, por ejemplo, 1 % de aire y 99 % de helio, o 5 % de aire y 95 % de helio. Preferentemente, el gas es un gas inerte, tal como argón o similares, aunque puede elegirse cualquier gas que sea adecuado para la producción de un plasma térmico o no térmico. Preferentemente, puede seleccionarse un gas en función de la tensión que pueda aplicar la punta de sonda para generar un plasma. Por ejemplo, el aire puede tener una tensión de descomposición más alta que el argón (el argón tiene una tensión de descomposición de aproximadamente el 20 % de la del aire), por lo que puede ser preferible que el suministro de gas suministre gas argón en algunas disposiciones. En particular, el plasma puede crearse utilizando aire; no obstante, debido a la alta tensión necesaria para lograr la descomposición de tensión, pueden considerarse preferibles otros gases (por ejemplo, que tengan una tensión de descomposición más baja).

De esta manera, el aparato de esterilización de la presente invención está dispuesto para inundar el canal de un dispositivo de exploración con un gas ionizable (es decir, llenar sustancialmente el canal con el gas, para reemplazar el aire normalmente presente en el canal) y, al producir un campo eléctrico, la punta de sonda del instrumento de esterilización es capaz de liberar la descarga de plasma y soportar el plasma del gas para la esterilización y limpieza del canal del dispositivo de exploración. Por lo tanto, en el presente documento, la punta de sonda puede denominarse "aplicador de plasma". El instrumento de esterilización puede desplazarse en sentido proximal y distal a lo largo del canal del dispositivo de exploración a medida que produce un plasma térmico o no térmico, limpiando y esterilizando de este modo el canal. El plasma térmico o no térmico puede utilizarse para reducir la carga biológica de una serie de bacterias, inclusive *Staphylococcus aureus* resistente a la meticilina (MRSA), *Clostridium difficile* (*C. diff.*; tanto en estado esporulado como vegetativo) y *Escherichia coli* (*E. coli*), lo que podría permitir una esterilización más eficiente y exhaustiva del canal de instrumento. El instrumento también puede estar configurado para producir una combinación de plasma no térmico y de radiación de microondas no ionizante.

Al suministrar gas al canal del dispositivo de exploración a través de un conducto independiente, no es necesario formar un conducto o una luz en el propio instrumento de esterilización. Por lo tanto, el instrumento de esterilización puede tener un diámetro más estrecho que en las disposiciones conocidas. Por ejemplo, el instrumento de esterilización puede tener un diámetro de 1 mm o menos, tal como 0,6 mm, que puede ser adecuado para la esterilización y limpieza de canales que tengan un diámetro estrecho (por ejemplo, alrededor de 1 mm). En cambio, los dispositivos conocidos no son adecuados para esterilizar canales tan estrechos, ya que el propio dispositivo de esterilización debe transportar gas a su través para producir un plasma en el extremo distal. Debido al tamaño del conducto para aportar gas, los instrumentos conocidos tienen, por lo tanto, un límite inferior relativamente grande en su diámetro; por ejemplo, pueden tener más de 2 mm de diámetro. La presente invención permite limpiar y esterilizar canales de pequeño diámetro utilizando un plasma térmico o no térmico. La aportación de gas independientemente del instrumento de esterilización también puede ofrecer otras ventajas. Por ejemplo, algunos protocolos de desinfección de dispositivos de exploración requieren que estos se enjuaguen con agua u otros productos de limpieza líquidos. Al aportar un flujo de gas independientemente del instrumento de esterilización, el flujo de gas también puede ayudar a la dispersión de moléculas de agua o de líquido, y esto puede ayudar a secar el canal del dispositivo de exploración.

De esta manera, el primer aspecto de la invención proporciona la capacidad de realizar la esterilización en el extremo distal de un instrumento, en particular con el fin de desinfectar el canal de instrumento del dispositivo de exploración quirúrgica, tal como un endoscopio, gastroscopio, broncoscopio o similares. El aparato permite esterilizar el canal de instrumento de manera exhaustiva utilizando la liberación de la descarga de plasma el soporte del plasma mediante energía EM de RF y/o de frecuencia de microondas, que se suministra a la punta de sonda desde un generador.

La expresión "dispositivo de exploración quirúrgica" se puede utilizar en el presente documento para indicar cualquier dispositivo quirúrgico provisto de un tubo de inserción que sea un conducto rígido o flexible (por ejemplo, orientable) que se introduce en el cuerpo de pacientes durante un procedimiento invasivo. El tubo de inserción puede incluir el canal de instrumento y un canal óptico (por ejemplo, para transmitir luz para iluminar y/o capturar imágenes de un sitio de tratamiento en el extremo distal del tubo de inserción). El canal de instrumento puede tener un diámetro adecuado para recibir herramientas quirúrgicas invasivas (aunque los procedimientos endoscópicos suelen denominarse "minimamente invasivos"). El diámetro del canal de instrumento puede ser de 5 mm o menos.

En esta presente memoria descriptiva, "frecuencia de microondas" puede utilizarse en sentido amplio para indicar un intervalo de frecuencias de 400 MHz a 100 GHz, pero preferentemente el intervalo de 1 GHz a 60 GHz. Las frecuencias específicas que se han considerado son las siguientes: 915 MHz, 2,45 GHz, 3,3 GHz, 5,8 GHz, 10 GHz, 14,5 GHz y 24 GHz. En cambio, esta memoria descriptiva utiliza "radiofrecuencia" o "RF" para indicar un intervalo de frecuencia que es, al menos, tres órdenes de magnitud inferior, por ejemplo, hasta 300 MHz, preferentemente de 10 kHz a 1 MHz. La frecuencia de microondas se puede ajustar para permitir optimizar la energía de microondas aportada. Por ejemplo, se puede diseñar una punta de sonda para funcionar a una determinada frecuencia (por ejemplo, 900 MHz), pero, durante el uso, la frecuencia más eficaz puede ser diferente (por ejemplo, 866 MHz). Si bien una punta de sonda puede estar diseñada para funcionar a una frecuencia específica, la mayoría de las puntas funcionarán de manera aceptable en una banda ligeramente más ancha, donde tienen una eficiencia no óptima pero igualmente utilizable.

La sonda alargada puede estar dimensionada para poder insertarse a través de un dispositivo de exploración, por ejemplo, a través del canal de instrumento de un endoscopio, gastroscopio, broncoscopio, colonoscopio o similares. Por ejemplo, el cable coaxial puede tener un diámetro de 2,5 mm o menos, preferentemente 2,2 mm o menos, o 1 mm o menos. El cable coaxial puede tener un manguito, en donde el manguito puede tener un diámetro exterior inferior a 2,6 mm, preferentemente inferior a 2,5 mm, o inferior a 1,5 mm. Para instrumentos laparoscópicos de mayor tamaño, el diámetro exterior puede ser de 3 mm o más y se puede utilizar un cable coaxial de mayor diámetro. El cable coaxial puede tener una longitud de aproximadamente 2 m o más para garantizar que la sonda pueda extenderse por la totalidad de la longitud del canal de instrumento. Por ejemplo, en los colonoscopios, el canal de instrumento puede tener una longitud de alrededor de 1,8 m.

Preferentemente, el aparato de esterilización comprende, además, un adaptador estanco a gases configurado para poder conectarse al dispositivo de exploración, teniendo el adaptador estanco a gases un paso a su través para permitir que el instrumento de esterilización se introduzca en el canal del dispositivo de exploración a través del adaptador estanco a gases. Por ejemplo, el adaptador puede estar configurado para encajar con un extremo proximal del dispositivo de exploración y puede proporcionar acceso al canal de instrumento del dispositivo de exploración. Al ser estanco a gases, el adaptador ayuda a garantizar que el gas ionizable suministrado al canal no se filtre del canal, garantizando que se disponga de suficiente gas disponible para la producción de un plasma. El adaptador también minimiza la entrada de aire en el canal. De esta manera, la atmósfera dentro del canal puede estar compuesta en su totalidad, o sustancialmente, por gas ionizable del suministro de gas, en donde el gas es un gas adecuado para la generación de un plasma en la punta de sonda. Esto puede garantizar que un operador tenga un control total de la cantidad de gas que está presente en el canal del dispositivo de exploración para garantizar un funcionamiento óptimo del aparato. En algunas disposiciones, el suministro de gas (por ejemplo, el conducto del suministro de gas) está configurado para poder conectarse al adaptador para aportar el gas ionizable al canal del dispositivo de exploración quirúrgica. Por ejemplo, el adaptador estanco a gases puede comprender un conducto de gas a través del que puede aportarse gas desde el suministro de gas hasta el canal del dispositivo de exploración quirúrgica. Esto proporciona un aparato de esterilización que es fácil de configurar y hacer funcionar, ya que simplemente requiere la conexión del adaptador estanco a gases al dispositivo de exploración. En algunas disposiciones, el adaptador estanco a gases puede estar conectado a un extremo proximal del dispositivo de exploración y el suministro de gas puede estar conectado a un extremo distal del dispositivo de exploración, o viceversa, de manera que el instrumento de esterilización se introduzca en el canal en un punto diferente del gas. Esto puede ser ventajoso para garantizar que se disponga de una cantidad adecuada de gas en la punta de sonda para generar un plasma.

Ventajosamente, el adaptador estanco a gases puede incluir una válvula de alivio de presión. Esto puede permitir la purga de gas o aire del canal a través del adaptador cuando se alcanza una presión predeterminada dentro del canal. La válvula de alivio de presión puede estar configurada para garantizar que el gas y el aire puedan escapar del canal a través de la válvula, pero ningún gas o aire puede entrar en el canal a través de la válvula. Por ejemplo, la presión predeterminada puede garantizar que, cuando se suministra gas al canal del dispositivo de exploración, hay una cantidad adecuada de gas, y/o una proporción adecuada de gas y aire, presente en el canal para permitir la liberación de la descarga de plasma térmico o no térmico y el soporte del plasma mediante la punta de sonda. En algunos ejemplos, el gas puede aportarse al canal de manera continua y, al proporcionar un punto de escape para el exceso de gas, la válvula de alivio de presión garantiza la existencia de un flujo de gas a través del canal. Esto puede resultar ventajoso para garantizar el paso continuo de gas sobre la punta de sonda para producir un plasma térmico o no térmico para la esterilización. Un flujo de gas también puede ser útil para ayudar a secar el canal del dispositivo de exploración, como se ha descrito anteriormente.

Preferentemente, el paso a través del adaptador estanco a gases comprende una junta, tal como una junta tórica, una junta embridada o similares, para garantizar que el adaptador sea estanco a gases cuando el instrumento de esterilización esté situado en el paso. Una junta de este tipo puede ayudar a garantizar que el adaptador sea estanco a gases al mismo tiempo que se permite que el instrumento de esterilización se desplace en dirección proximal y distal, permitiendo de este modo el desplazamiento de la punta de sonda a lo largo de la longitud del canal para la esterilización.

Ventajosamente, el adaptador estanco a gases puede incluir un accesorio luer para fijar el adaptador estanco a gases al dispositivo de exploración quirúrgica. El accesorio puede ser adecuado para unir el adaptador al mango de un dispositivo de exploración. Un accesorio de este tipo permite encajar el adaptador a una serie de dispositivos de exploración y el accesorio es un accesorio estanco a gases. En particular, un accesorio de este tipo puede estar configurado para encajar en el extremo proximal de un dispositivo de exploración.

Preferentemente, el aparato de esterilización comprende, además, un dispositivo de cierre, óptimamente un dispositivo de cierre estanco a gases, configurado para sellar un extremo distal del canal del dispositivo de exploración. Por ejemplo, el dispositivo de cierre puede comprender un tapón configurado para encajar sobre un extremo distal del dispositivo de exploración o puede ser un componente que esté configurado para encajar dentro del extremo distal del canal. De esta manera, el dispositivo de cierre cierra el extremo distal del canal para garantizar que el aire no pueda entrar en el canal y diluir la atmósfera de gas ionizable durante el uso del aparato. Al igual que con el adaptador estanco a gases descrito anteriormente, el dispositivo de cierre puede contribuir de este modo a garantizar que un operador tenga pleno control sobre la cantidad de gas ionizable presente en el canal del dispositivo de exploración, lo que garantiza un funcionamiento óptimo del aparato. En algunos ejemplos, el suministro de gas (por ejemplo, el conducto del suministro de gas) puede conectarse al dispositivo de cierre para aportar el gas ionizable al canal del dispositivo de exploración quirúrgica. Por ejemplo, el dispositivo de cierre puede comprender un conducto de gas a través del que puede aportarse gas desde el suministro de gas hasta el canal del dispositivo de exploración quirúrgica. En algunas disposiciones, por ejemplo, cuando el instrumento de esterilización se introduce en el canal por su extremo proximal, proporcionar un conector para aportar gas al extremo distal del canal puede ayudar a garantizar que se disponga de una cantidad adecuada de gas en la punta de sonda para la generación de un plasma térmico o no térmico para la esterilización del canal. Por ejemplo, una disposición de este tipo puede ser particularmente ventajosa cuando el diámetro del canal es el mismo que, o solo ligeramente mayor que, el diámetro del instrumento de esterilización, en donde el instrumento de esterilización ocluye sustancialmente el canal de manera que pueda pasar

insuficiente gas ionizable como para soportar un plasma alrededor del exterior del propio instrumento de esterilización. En algunas realizaciones, el dispositivo de cierre puede comprender, además, una válvula de alivio de presión. Esto puede permitir la purga de gas o aire del canal a través del dispositivo de cierre cuando se alcanza una presión predeterminada dentro del canal. La válvula de alivio de presión puede estar configurada para garantizar que el gas y el aire puedan escapar del canal a través de la válvula, pero ningún gas o aire puede entrar en el canal a través de la válvula. Por ejemplo, la presión predeterminada puede garantizar que, cuando se suministra gas al canal del dispositivo de exploración, hay una cantidad adecuada de gas ionizable, y/o una proporción adecuada de gas ionizable y aire, presente en el canal para permitir la liberación de la descarga de plasma térmico o no térmico y el soporte del plasma mediante la punta de sonda. En algunos ejemplos, el gas puede aportarse al canal de manera continua y, al proporcionar un punto de escape para el exceso de gas, la válvula de alivio de presión garantiza la existencia de un flujo de gas a través del canal. Esto puede ser ventajoso para garantizar que el gas pase de manera continua sobre la punta de sonda para producir un plasma térmico o no térmico para la esterilización y también puede ayudar a secar el canal del dispositivo de exploración. En algunas disposiciones, el dispositivo de cierre puede tener un paso a su través para permitir que el instrumento de esterilización se introduzca en el canal del dispositivo de exploración en el extremo distal. En esta realización, el dispositivo de cierre también puede incluir una junta (por ejemplo, una junta tórica o junta embridada) para garantizar que el gas no escape a través del dispositivo de cierre a medida que el instrumento es hecho avanzar y retroceder a través del canal. Por ejemplo, en algunas disposiciones se prevé que el gas ionizable pueda introducirse en el canal por su extremo proximal (por ejemplo, a través del adaptador estanco a gases) y que el instrumento de esterilización pueda introducirse en el canal por su extremo distal.

Preferentemente, el conjunto de electrodos puede comprender un primer electrodo y un segundo electrodo dispuestos para definir un volumen entre los mismos, y el primer electrodo y el segundo electrodo están configurados para recibir la energía de RF y/o de microondas de la línea de transmisión para configurar un campo eléctrico en el volumen para producir un plasma del gas ionizable. La punta de sonda puede comprender una entrada, o al menos una entrada, para permitir que gas ionizable fluya desde el canal del dispositivo de exploración quirúrgica y hacia el volumen definido entre el primer electrodo y el segundo electrodo. Al proporcionar una entrada a un volumen entre el primer y el segundo electrodo de esta manera, la punta de sonda está ventajosamente configurada para generar un plasma a partir de gas ionizable que está presente en el canal del dispositivo de exploración, ya que el gas no se aporta directamente al volumen entre los electrodos. El volumen, como se denomina en el presente documento, puede ser una cavidad o un espacio definido entre el primer electrodo y el segundo electrodo que permita que el gas ionizable esté presente entre los electrodos para la liberación de descarga para formar un plasma.

Puede liberarse la descarga de plasma usando energía de RF o microondas, que puede recibirse en forma de pulsos de alta tensión. La energía de microondas se puede utilizar para soportar el plasma después de que se libere la descarga de plasma, es decir, aportar potencia al plasma para mantener el estado de ionización. Esta también puede recibirse en forma de pulsos. Esta disposición puede impedir el colapso del campo eléctrico debido a la capacitancia del cable y a las variaciones de carga, por ejemplo, debido al cambio de un entorno seco a un entorno húmedo en la punta de sonda. También es posible liberar la descarga de plasma para su aportación desde la punta de sonda utilizando energía de microondas, por ejemplo, mediante el uso de un resonador de microondas o un transformador de impedancia, es decir, un transformador de cuarto de onda que transforma una tensión baja en una tensión más alta para liberar la descarga de plasma utilizando una línea de transmisión de impedancia más alta que es un cuarto de onda (o un múltiplo impar del mismo) de longitud a la frecuencia de operación. Esta línea de alta impedancia puede enchufarse para liberar la descarga de plasma y desenchufarse (es decir, para volver a una línea de impedancia más baja) una vez que se ha liberado la descarga de plasma y es necesario soportar el plasma. Se puede utilizar preferentemente un PIN de potencia o un diodo varactor para conmutar entre los dos estados, aunque puede ser posible utilizar un conmutador coaxial o de guía de ondas. Se puede hacer que el campo eléctrico alto libere la descarga del plasma mediante la creación de un estado de gran impedancia, bien para la energía EM de RF como para la energía EM de microondas, en la punta de sonda.

Para liberar la descarga de plasma, es deseable contar con un campo eléctrico alto (por ejemplo, condiciones de alta tensión). En el estado de liberación de descarga de plasma (es decir, antes de que exista el plasma), el gas ionizable no es conductor y, por lo tanto, tiene una impedancia alta. Para liberar la descarga de plasma, es necesario configurar el estado de alta impedancia en el extremo distal de la punta de sonda o dentro de la punta de sonda para permitir que se genere la alta tensión (campo eléctrico alto) necesaria para descomponer el gas. El aparato de la invención puede permitir el control de la magnitud de la potencia de microondas aportada al plasma, por ejemplo, mediante la modulación de la señal de microondas y el control de la ganancia de amplificador o el control del nivel de la señal de entrada a un amplificador con ganancia fija, así como la eficiencia con la que se aporta, por ejemplo, mediante la adaptación dinámica de impedancias. Esta disposición también puede permitir la cuantificación con precisión de la dosis de energía de plasma aportada a la superficie que se va a esterilizar.

La impedancia del plasma se adapta preferentemente a la impedancia de la punta de sonda (y del sistema de aportación de energía) a la frecuencia de la energía de microondas para permitir una transferencia eficiente de la energía de microondas, producida por el generador, al plasma. Cuando se utiliza energía de microondas, la punta de sonda y/o el generador pueden calibrarse (estática o dinámicamente) para garantizar que el plasma se adapte a la carga presentada por el canal de instrumento y el material dentro del canal. En las frecuencias de microondas, el cable coaxial forma una línea de transmisión de elementos distribuidos, donde la adaptación de impedancia entre la punta

de sonda y la fuente de energía está determinada por la impedancia de fuente del generador de microondas, la impedancia característica del cable coaxial (línea de transmisión) y la impedancia de la propia estructura de punta de sonda. Si la impedancia característica del cable coaxial es la misma que la impedancia de salida de la fuente, entonces toda la potencia de microondas se aportará a la punta de sonda, menos la atenuación provocada por el cable coaxial (pérdidas dieléctricas y conductoras). Si la impedancia de la punta de sonda y del canal de instrumento es la misma que la impedancia característica del cable coaxial, entonces la potencia máxima de la que se disponga en la fuente se transferirá a la carga de canal de plasma/instrumento. Se pueden realizar ajustes en la estructura de punta de sonda para mantener la mejor adaptación de impedancia entre la punta de sonda y la carga de canal de plasma/instrumento. También se pueden hacer ajustes en el generador o en la interfaz entre el extremo distal del primer cable y el extremo proximal del segundo cable (instrumento). Estos ajustes pueden ser en forma de un cambio de capacitancia y/o inductancia de una red de adaptación, es decir, una calibración de adaptador.

El aparato puede utilizar, como generador, un oscilador de fuente para producir una señal de frecuencia de microondas de baja potencia y un amplificador de potencia (por ejemplo, una disposición de transistores de microondas) para amplificar la señal de baja potencia a un nivel que sea lo suficientemente alto como para permitir que se produzca un campo eléctrico que es necesario para liberar la descarga de plasma utilizando un gas que se descubrió que es adecuado para la aplicación particular. Pueden utilizarse amplificadores de señal de estado sólido. El sistema también puede funcionar en un modo mediante el que el amplificador se lleva a saturación o a plena potencia para crear el campo eléctrico necesario para liberar la descarga de plasma y, luego, se reduce una vez que se ha liberado la descarga. La capacidad de controlar la energía de microondas puede permitir la generación de un plasma que sea el más adecuado para una cualquiera de una variedad de aplicaciones de interés. El control de la energía de microondas y/o del caudal de gas y/o de la mezcla de gases permite el control del tamaño de la columna y la temperatura en la superficie interior del canal de instrumento que se está tratando. Así mismo, el sistema puede disponerse para cuantificar la dosis de energía de plasma aportada a la superficie que se va a tratar. La energía de microondas puede controlarse mediante una cualquiera o más de variar una frecuencia de la energía de microondas de manera controlada (por ejemplo, controlando la frecuencia de la radiación desde el generador de radiación de microondas), variar el nivel de potencia de manera controlada y modular la energía de microondas de manera controlada. El generador puede incluir un modulador de señal de microondas dispuesto para modular la energía de microondas aportada a la punta de sonda. La frecuencia de modulación puede estar comprendida dentro del intervalo desde 0,1 Hz hasta 10 MHz. El ciclo de trabajo puede ser desde menos del 1 % hasta el 100 %. En algunas realizaciones, la frecuencia de modulación puede ser desde 10 Hz hasta 100 kHz y el ciclo de trabajo puede ser entre el 10 % y el 25 %. En las realizaciones preferidas, la frecuencia de modulación puede ser entre 100 Hz y 1 kHz, y el ciclo de trabajo puede ser el 20 %.

Por tanto, el aparato puede disponerse para generar el plasma utilizando un funcionamiento pulsado. En una realización, se puede liberar la descarga de plasma en cada pulso (la liberación de descarga puede producirse debido a un transitorio producido en uno de los bordes del pulso, normalmente el borde positivo). El funcionamiento del sistema puede ser tal que sea necesario seguir aplicando pulsos al sistema para generar los efectos necesarios.

Preferentemente, la línea de transmisión comprende un cable coaxial que tiene un conductor interior, un conductor exterior y un material dieléctrico que separa el conductor interior del conductor exterior. La punta de sonda puede comprender el segundo electrodo, que comprende una extensión del segundo conductor del cable coaxial más allá del material dieléctrico del cable coaxial, y el primer electrodo, que comprende una extensión del conductor interior del cable coaxial más allá del material dieléctrico del cable coaxial y a lo largo de un eje central o longitudinal del segundo electrodo para definir el volumen entre el primer electrodo y el segundo electrodo; en donde el primer electrodo y el segundo electrodo están configurados para recibir la energía de RF y/o de microondas del cable coaxial para configurar un campo eléctrico en el volumen entre el primer electrodo y el segundo electrodo para liberar la descarga de plasma en su interior, y en donde la punta de sonda incluye una salida para liberar plasma del volumen. Por ejemplo, la cara de extremo distal de la punta de sonda puede estar abierta para definir la entrada y permitir que gas ionizable fluya desde el canal del dispositivo de exploración quirúrgica y hacia el volumen interno. En algunos ejemplos, una parte de la abertura puede proporcionar una salida para que el gas del canal fluya hacia el volumen interno y una parte de la abertura puede proporcionar una salida para que el plasma escape del volumen interno, en donde puede generarse un flujo dentro del volumen interno debido a la generación de plasma. De esta manera, la punta de sonda está adaptada para su uso en un entorno lleno de un gas adecuado para generar un plasma térmico o no térmico en lugar de que tal gas se aporte directamente a la región entre los electrodos. El diseño relativamente sencillo de la punta de sonda también es sencillo y barato de fabricar, y es adecuado para su uso incluso cuando la punta de sonda tiene un diámetro pequeño. Opcionalmente, el segundo electrodo puede comprender al menos un orificio para definir la entrada y permitir que gas ionizable fluya desde el canal del dispositivo de exploración quirúrgica hacia el espacio o volumen definido entre el primer electrodo y el segundo electrodo. De este modo, el orificio o los orificios pueden ayudar a garantizar que se produzca un plasma térmico o no térmico de manera continua durante el uso. El orificio o los orificios también pueden permitir la salida de plasma de la región entre el primer electrodo y el segundo electrodo, y el plasma puede dirigirse a una pared lateral del canal para la esterilización.

Ventajosamente, el primer electrodo puede comprender, además, un tapón conductor montado en un extremo distal de la extensión del conductor interior, en donde el tapón conductor está separado del extremo distal del segundo electrodo para definir un hueco entre el tapón y el segundo electrodo para definir la salida. Al disponerse de esta manera, el plasma producido por la punta de sonda puede dirigirse preferentemente a una pared lateral del canal para

garantizar una esterilización y limpieza exhaustivas. En algunos ejemplos, el tapón conductor puede comprender al menos un orificio para definir la entrada y permitir que gas fluya hacia el espacio o volumen definido entre el primer electrodo y el segundo electrodo. De este modo, el orificio o los orificios pueden ayudar a garantizar que se produzca un plasma térmico o no térmico de manera continua durante el uso. El orificio o los orificios también pueden permitir la salida de plasma de la región entre el primer electrodo y el segundo electrodo. En algunos ejemplos, el tapón puede estar hecho, por el contrario, de material cerámico.

Como se ha explicado anteriormente, se puede hacer que el campo eléctrico alto libere la descarga del plasma mediante la creación de un estado de gran impedancia, bien para la energía EM de RF como para la energía EM de microondas, en la punta de sonda. Esto se puede lograr al seleccionar la geometría adecuada del primer y el segundo electrodo. Por ejemplo, una pieza de material dieléctrico aislante, tal como cuarzo u otro material con una pérdida baja similar, puede situarse entre el primer y el segundo electrodo. Esto puede aumentar la impedancia y, por lo tanto, facilitar la creación de un campo eléctrico alto.

Preferentemente, el suministro de gas puede estar configurado para suministrar gas al canal del dispositivo de exploración quirúrgica a un caudal variable. Por ejemplo, el aparato de esterilización puede incluir un controlador de flujo dispuesto para controlar de manera ajustable el flujo de gas. En particular, el caudal de gas puede ser entre 0,2 y 10 litros por minuto, y se puede variar entre esos valores. Al variar el caudal de gas aportado al canal se puede garantizar que se disponga de un suministro adecuado de gas en la punta de sonda. Por ejemplo, como el canal puede estar restringido por la presencia del instrumento de esterilización, puede ser necesario un caudal de gas más alto para aportar gas desde un extremo proximal del canal hasta la punta de sonda cuando esta se encuentra en el extremo distal del canal, en comparación con un caudal de gas necesario cuando la punta de sonda se encuentra más cerca del extremo proximal del canal. El caudal de gas también se puede variar para proporcionar o controlar el secado del canal si hay líquidos (por ejemplo, líquidos de limpieza) presentes en el canal, en pequeñas cantidades.

En el presente documento, el término "interior" significa radialmente más cerca del centro (p. ej., el eje) del canal y/o del cable coaxial. El término "exterior" significa radialmente más alejado del centro (eje) del canal y/o del cable coaxial. En el presente documento, el término "conductor" se utiliza con el significado de conductor de la electricidad, a menos que el contexto indique lo contrario. En el presente documento, los términos "proximal" y "distal" se refieren a los extremos de la sonda alargada. Durante el uso, el extremo proximal está más cerca de un generador para proporcionar la energía de RF y/o de microondas, mientras que el extremo distal está más alejado del generador.

La invención incluye la combinación de los aspectos y las características preferidas descritas, excepto cuando una combinación de este tipo sea claramente inadmisibles o se evite expresamente.

Sumario de las figuras

Ahora, se expondrán las realizaciones y los experimentos que ilustran los principios de la invención haciendo referencia a las figuras adjuntas, en las que:

- la **figura 1** muestra un diagrama esquemático de un aparato de esterilización de acuerdo con una realización de la presente invención, así como un generador para suministrar energía al mismo;
- la **figura 2** muestra un diagrama esquemático de un aparato de esterilización de acuerdo con una segunda realización de la presente invención durante el uso;
- la **figura 3** muestra un diagrama esquemático de un aparato de esterilización de acuerdo con una tercera realización de la presente invención durante el uso;
- la **figura 4** muestra una vista en sección transversal de una primera punta de sonda que puede utilizarse con las realizaciones de la presente invención;
- la **figura 5** muestra una vista en sección transversal de una segunda punta de sonda que puede utilizarse con las realizaciones de la presente invención; y
- la **figura 6** muestra una vista en sección transversal de un adaptador que puede utilizarse con las realizaciones de la presente invención.

Descripción detallada de la invención

Ahora, se expondrán los aspectos y las realizaciones de la presente invención haciendo referencia a las figuras adjuntas. Otros aspectos y otras modificaciones resultarán evidentes para los expertos en la materia. Todos los documentos mencionados en este texto se incorporan como referencia en el presente documento.

La figura 1 muestra un aparato de esterilización 10 de acuerdo con una realización de la presente invención, así como un generador 1000 para suministrar energía al mismo. El aparato de esterilización 10 comprende un instrumento de esterilización que tiene una sonda alargada que comprende una línea de transmisión proporcionada mediante un cable coaxial 12 con una punta de sonda 14 en su extremo distal. Por ejemplo, la punta de sonda 14 puede ser una punta de sonda como se describe a continuación con respecto a las figuras 4 o 5. El generador 1000 está conectado al cable coaxial 12 en su extremo proximal y está configurado para suministrar energía electromagnética (EM) de radiofrecuencia (RF) y/o de frecuencia de microondas para facilitar la producción de plasma mediante un conjunto de

electrodos en la punta de sonda 14. El aparato 10 también comprende un suministro de gas 16 que tiene un conducto de gas 18, independiente del instrumento de esterilización, para aportar un gas ionizable al canal de un dispositivo de exploración quirúrgica, de una manera que se describirá con más detalle a continuación. El suministro de gas 16 puede ser una bombona de gas, como se muestra, pero puede utilizarse cualquier suministro de gas adecuado.

Preferentemente, el suministro de gas 16 proporciona un gas inerte, tal como argón. Aunque no se muestra en la figura 1, en algunos ejemplos, el suministro de gas 16 puede incluir un controlador de flujo de gas que permite que se varíe el caudal de gas. Por ejemplo, el caudal de gas puede ser entre 0,2 y 10 litros por minuto, y se puede variar automáticamente o manualmente por un usuario. Por ejemplo, el caudal puede aumentarse cuando la punta de sonda está hacia el extremo distal del canal en un dispositivo de exploración para garantizar que se disponga de un suministro adecuado de gas para la producción de un plasma.

Durante un proceso de esterilización, con la punta de sonda 14 situada dentro de un canal de un dispositivo de exploración, el generador 1000 suministra energía EM de RF y/o de frecuencia de microondas a la punta de sonda. El suministro de gas 16 suministra simultáneamente gas directamente al canal a través del conducto de gas 18. La energía de RF y/o de microondas y el gas suministrado se combinan en la punta de sonda 14 para generar un plasma térmico o no térmico, que se emite desde la punta de sonda 14 para hacer contacto con una superficie del canal para destruir o eliminar microorganismos. En el documento WO 2009/060213 A1 se divulgan ejemplos de generación de plasma de manera similar, por ejemplo.

El generador 1000 puede controlarse para determinar si el plasma generado es un plasma térmico o no térmico. Por ejemplo, la energía de microondas suministrada puede tener una potencia y/o un coeficiente de utilización que se puede seleccionar para producir plasma térmico o no térmico. Preferentemente, el generador se hace funcionar para producir un plasma no térmico que tiene una temperatura inferior a 41 °C, lo que puede ayudar a evitar daños en el dispositivo de exploración.

El aparato 10 puede incluir, además, un dispositivo de extracción (que no se muestra) acoplado al cable coaxial 12 y que se puede hacer funcionar para extraer el cable coaxial 12 a través del canal a una velocidad predeterminada.

Durante el uso, el instrumento de esterilización se inserta a través del canal de un dispositivo de exploración quirúrgica y el conducto de gas está dispuesto para aportar gas directamente al canal del dispositivo de exploración. Por ejemplo, tanto el instrumento de esterilización como el conducto de gas pueden proporcionarse a un extremo proximal del canal o a un extremo distal del canal. Alternativamente, el instrumento de esterilización y el conducto de gas pueden proporcionarse en extremos opuestos del canal. En el presente documento, se describen las ventajas comparativas de estas disposiciones.

La figura 2 muestra un aparato de esterilización 20 de acuerdo con otra realización de la invención, mostrándose el aparato 20 durante el uso para la limpieza de un dispositivo de exploración quirúrgica. La sonda alargada está situada dentro de un canal de instrumento de un tubo de inserción 104 de un dispositivo de exploración quirúrgica. El cable coaxial 22 de la sonda alargada pasa hacia el canal a través del mango 102 del dispositivo de exploración, en el extremo proximal del tubo de inserción 104 y del canal de instrumento, y alcanza el extremo distal del tubo de inserción 104, donde el conjunto de electrodos de la punta de sonda (que no se muestra) produce un plasma para esterilizar y limpiar el canal de instrumento. Por ejemplo, la punta de sonda puede ser una punta de sonda como se describe a continuación con respecto a las figuras 4 o 5. El cable coaxial 22 está conectado a un generador en su extremo proximal (que no se muestra), como se ha descrito anteriormente con respecto a la figura 1, y transporta energía desde el generador hasta la punta de sonda para permitir que la punta de sonda genere un campo eléctrico para producir un plasma térmico o no térmico. Para esterilizar y limpiar el canal, la sonda alargada puede desplazarse en dirección proximal y/o distal mientras se genera tal plasma en la punta de sonda.

En esta disposición, un extremo distal del conducto de gas 24 del aparato 20 también está conectado a un extremo proximal del tubo de inserción 104 para aportar gas ionizable al canal de instrumento. El conducto de gas 24 está conectado a un suministro de gas en su extremo proximal (que no se muestra), como se ha descrito anteriormente con respecto a la figura 1. De este modo, el suministro de gas es capaz de llenar sustancialmente el canal de instrumento con gas ionizable para proporcionar una atmósfera adecuada para que la punta de sonda libere la descarga de plasma y soporte un plasma. Al aportar gas ionizable al canal de instrumento de esta manera, no hay necesidad de que la sonda alargada comprenda una luz para transportar gas a la punta de sonda, por lo que la sonda alargada es más sencilla y barata de fabricar, y también es más compacta, lo que permite que también puedan limpiarse y esterilizarse canales de diámetros pequeños (por ejemplo, alrededor de 1 mm o menos) mediante el aparato de la presente invención.

En esta realización, el aparato 20 comprende, además, un adaptador estanco a gases 28. El adaptador 28 está configurado para conectarse al mango 102 del dispositivo de exploración y, en particular, puede estar configurado para encajar en un puerto de entrada para el canal de instrumento del dispositivo de exploración, y proporciona un paso a través del que se introduce la sonda alargada en el canal del dispositivo de exploración. El paso comprende una junta, tal como una junta tórica, que garantiza que el adaptador sea estanco a gases mientras el instrumento de esterilización está situado en el paso, pero permite el desplazamiento de la sonda alargada en dirección proximal y distal para limpiar y esterilizar el canal. El extremo distal del conducto de gas 24 está conectado al adaptador 28 y el

adaptador 28 tiene un conducto correspondiente para proporcionar gas ionizable al canal de manera que la punta de sonda sea capaz de producir un plasma del gas. El adaptador 28 ayuda a garantizar que la atmósfera dentro del canal sea adecuada para la producción de un plasma, por ejemplo, por la entrada de aire que podría desplazar o diluir el gas proporcionado a través del conducto 24 y reducir de este modo la producción de plasma. Para fijarse al mango 102 del dispositivo de exploración, el adaptador 28 puede comprender un accesorio luer, aunque se apreciará que puede elegirse cualquier accesorio estanco a gases adecuado. Como el adaptador 28 está configurado para recibir tanto el cable coaxial 22 como el conducto de gas 24, el aparato de esterilización 20 es especialmente fácil de utilizar, ya que únicamente se necesita una conexión al dispositivo de exploración. Esto puede ser especialmente ventajoso cuando el aparato 20 se va a transferir entre múltiples dispositivos de exploración para una limpieza y esterilización rápidas de los canales de instrumento.

Para cerrar el extremo distal del canal a través del tubo de inserción 104, el aparato de esterilización 20 comprende un dispositivo de cierre en forma de tapón 26 que está configurado para encajar sobre el extremo distal del tubo de inserción 104 del dispositivo de exploración quirúrgica. Por ejemplo, el tapón 26 puede ser generalmente cilíndrico con un extremo abierto para encajar sobre el tubo de inserción 104 y un extremo cerrado para impedir que el gas se escape. El tapón 26 puede estar hecho de un material impermeable a gases, tal como un material plástico, por ejemplo, caucho o similares, y está adecuadamente dimensionado para garantizar un encaje estanco con el extremo distal del tubo de inserción 104. El tapón 26 puede ayudar a impedir la entrada de aire ambiente que podría desplazar o diluir el gas ionizable proporcionado al canal a través del conducto 24. Sin embargo, en algunos ejemplos, se cree que el tapón 26 puede no ser necesario si el caudal de gas ionizable a través del conducto 24 es suficientemente alto, ya que el flujo de gas desde el extremo distal del canal puede ser suficiente para impedir la entrada de aire ambiente. No obstante, el tapón 26 puede ser preferible, especialmente cuando se utiliza un caudal bajo de gas. Como se muestra en la figura 2, el tapón 26 comprende una válvula de alivio de presión 27 que puede estar situada en el extremo cerrado del tapón 26. De esta manera, el tapón 26 está adaptado para permitir la purga del exceso de gas o aire del canal a través de la válvula de alivio de presión 27 cuando se alcanza una presión predeterminada. Al proporcionar la válvula 27 en el tapón 26, puede garantizarse que exista un flujo de gas a través del canal durante el uso del aparato 20, lo que puede resultar especialmente ventajoso para garantizar el paso continuo de gas sobre la punta de sonda para producir un plasma térmico o no térmico. Por ejemplo, la válvula 27 puede estar adaptada para purgar gas cuando la presión es aproximadamente o ligeramente superior a la presión atmosférica.

La figura 3 muestra otra realización de un aparato de esterilización 30 de acuerdo con una realización de la invención, mostrándose el aparato 30 durante el uso para la limpieza de un dispositivo de exploración quirúrgica. La sonda alargada del aparato 30 está situada dentro de un canal de instrumento de un tubo de inserción 104 de un dispositivo de exploración quirúrgica. El cable coaxial 32 de la sonda alargada pasa hacia el canal a través del mango 102 del dispositivo de exploración, en el extremo proximal del tubo de inserción 104 y del canal de instrumento, y alcanza el extremo distal del tubo de inserción 104, en donde el conjunto de electrodos de la punta de sonda (que no se muestra) produce un plasma para esterilizar y limpiar el canal de instrumento. Por ejemplo, la punta de sonda puede ser una punta de sonda como se describe a continuación con respecto a las figuras 4 o 5. El cable coaxial 32 está conectado a un generador en su extremo proximal (que no se muestra), como se ha descrito anteriormente con respecto a la figura 1, y transporta energía desde el generador hasta la punta de sonda, donde se produce un campo eléctrico para generar una columna de plasma térmico o no térmico. Para esterilizar y limpiar el canal, la sonda alargada puede desplazarse en dirección proximal y/o distal mientras se produce plasma en la punta de sonda.

En esta disposición, un extremo distal del conducto de gas 34 del aparato 30 está conectado a un extremo distal del tubo de inserción 104 para aportar gas al canal de instrumento. El conducto de gas 34 está conectado a un suministro de gas en su extremo proximal (que no se muestra), como se ha descrito anteriormente con respecto a la figura 1. El conducto de gas 34 está conectado al extremo distal del tubo de inserción 104 mediante un dispositivo de cierre en forma de tapón 36 que está configurado para encajar sobre el extremo distal del tubo de inserción 104 y que tiene un conducto de gas correspondiente a su través para permitir la entrada de gas en el canal de instrumento. Por ejemplo, el tapón 36 puede ser generalmente cilíndrico y puede tener un extremo abierto para encajar sobre el tubo de inserción 104 y un conector en un extremo opuesto para la conexión al extremo distal del conducto de gas 34. El tapón 36 puede estar hecho de un material impermeable a gases, por ejemplo, un material plástico, tal como caucho o similares, y está adecuadamente dimensionado para garantizar un encaje estanco con el extremo distal del tubo de inserción 104. Así como proporcionar una entrada de gas desde el conducto de gas 34, el tapón 36 puede ayudar a impedir la entrada de aire ambiente que podría desplazar o diluir el gas proporcionado al canal a través del conducto 34.

En el extremo proximal del dispositivo de exploración quirúrgica, se proporciona un adaptador estanco a gases 38 que está configurado para conectarse al mango 102. El adaptador 38 puede estar configurado para encajar en un puerto de entrada para el canal de instrumento del dispositivo de exploración y proporciona un paso a través del que se introduce la sonda alargada en el canal del dispositivo de exploración. Como se ha descrito anteriormente con respecto a la figura 2, este paso puede comprender una junta, tal como una junta tórica, para garantizar que el paso sea estanco a gases cuando el instrumento de esterilización esté situado en el paso. El adaptador 38 ayuda a garantizar que la atmósfera dentro del canal sea adecuada para la producción de un plasma, por ejemplo, por la entrada de aire que podría desplazar o diluir el gas proporcionado a través del conducto 34 y reducir de este modo la producción de plasma. Para fijarse al mango 102 del dispositivo de exploración, el adaptador 38 puede comprender un accesorio luer, aunque se apreciará que puede elegirse cualquier accesorio estanco a gases adecuado. En esta realización, el

adaptador estanco a gases 38 comprende una válvula de alivio de presión 39, que está configurada para permitir la purga del exceso de gas o aire del canal a través de la válvula de alivio de presión 39 cuando se alcanza una presión predeterminada. Preferentemente, la presión predeterminada puede ser aproximadamente o ligeramente superior a la presión atmosférica.

De este modo, el aparato de esterilización 30 proporciona que el instrumento de esterilización y el conducto de gas se proporcionen en extremos opuestos del canal de instrumento que se va a esterilizar. Esto puede ser particularmente ventajoso a la hora de limpiar canales que están ocluidos en su totalidad o sustancialmente por el cable coaxial 32, que inhibiría un flujo de gas hacia la punta de sonda si se introdujera gas en el extremo proximal del canal de instrumento.

La figura 4 muestra una vista en sección transversal de una punta de sonda 40 que puede utilizarse con las realizaciones de la presente invención. La punta de sonda 40 que se muestra utiliza la extensión de los conductores interior y exterior de un cable coaxial para proporcionar un conjunto de electrodos que tiene un primer y un segundo electrodo, pero se apreciará que, en algunos ejemplos, la punta de sonda 40 puede proporcionarse como componente independiente o que cualquiera del primer y el segundo electrodo puede ser independiente del cable coaxial.

La punta de sonda 40 comprende un primer electrodo 42 y un segundo electrodo 44 que es coaxial con el primer electrodo 42. Se proporciona un material dieléctrico 46 coaxialmente entre el primer electrodo 42 y el segundo electrodo 44. Por ejemplo, el material dieléctrico 46 puede ser el dieléctrico del cable coaxial. El segundo electrodo 44, que comprende una extensión del conductor exterior del cable coaxial, se extiende más allá del material dieléctrico 46 en dirección distal para definir un volumen interno 48. Por ejemplo, el segundo electrodo 44 puede tener una longitud de 5 mm o menos, tal como alrededor de 3 mm, más allá del extremo distal del material dieléctrico 46. El primer electrodo 42, que comprende una extensión del conductor interior del cable coaxial más allá del material dieléctrico 46 en dirección distal, se extiende hacia el volumen interno 48. Por ejemplo, el primer electrodo 42 puede discurrir a lo largo de un eje central longitudinal del segundo electrodo 44 y definir de este modo el volumen entre el primer electrodo 42 y el segundo electrodo 44, que puede denominarse "volumen interno 48". Como se muestra en la figura 4, el primer electrodo 42 puede ser sustancialmente lineal, pero se apreciará que el primer electrodo también podría adoptar otras formas en el volumen interno 48; por ejemplo, el primer electrodo 42 puede formar una hélice.

El extremo distal de la punta de sonda 40 está abierto para definir una entrada para permitir la entrada de gas ionizable desde el canal del dispositivo de exploración en el volumen interno 48, donde se puede liberar la descarga del gas para formar un plasma. La abertura, o una parte de la abertura, en el extremo distal también puede definir una salida para liberar plasma del volumen interno 48. Por ejemplo, el segundo electrodo 44 puede ser generalmente cilíndrico y estar abierto en su extremo distal para definir la entrada y la salida. El gas puede fluir hacia el volumen interno 48, donde se libera la descarga de plasma mediante un campo eléctrico generado entre el primer electrodo 42 y el segundo electrodo 44 cuando se aporta energía EM de RF y/o de microondas al mismo desde el generador. El plasma que se produce se libera a través de la salida para esterilizar y limpiar la pared lateral del canal de instrumento de un dispositivo de exploración quirúrgica. En algunas realizaciones, el campo eléctrico entre el primer electrodo 42 y el segundo electrodo 44 puede aumentarse al situar una pieza de material dieléctrico aislante, tal como cuarzo, entre los electrodos. Por ejemplo, una pieza cilíndrica de cuarzo puede encajarse sobre el primer electrodo 42 dentro del volumen interno 48 para aumentar la impedancia y, por tanto, facilitar la creación de un campo eléctrico alto para liberar la descarga de plasma y soportar un plasma. En algunos ejemplos, el segundo electrodo 44 puede comprender una serie de orificios (es decir, uno o más) que proporcionan entradas que permiten que gas ionizable fluya hacia el volumen interno 48. Los orificios también pueden proporcionar salidas a través de las que puede liberarse plasma del volumen interno 48. Puede establecerse un flujo de gas y plasma a través del volumen interno 48 debido a la producción de plasma.

La figura 5 muestra una vista en sección transversal de una segunda punta de sonda 50 que puede utilizarse con las realizaciones de la presente invención. La punta de sonda 50 es generalmente similar a la que se muestra en la figura 4, por lo que a los elementos correspondientes se les han dado los números de referencia correspondientes y su descripción no se repite.

En la punta de sonda 50 que se muestra en la figura 5, el primer electrodo 52 se extiende más allá del extremo distal del segundo electrodo 44 y un tapón conductor 54 está montado en el extremo distal del primer electrodo 52. El tapón conductor 54 puede proporcionarse como un disco de metal, tal como cobre, plata, oro o acero chapado, por ejemplo. En otras realizaciones, el tapón 54 puede estar hecho de un material cerámico. El tapón 54 está separado del extremo distal del segundo electrodo 44 para definir una salida 56 a través de la que puede liberarse plasma del volumen interno 48. Por ejemplo, el tapón conductor 54 puede estar separado alrededor de 0,5 mm del extremo distal del segundo electrodo 44. El orificio 56 definido de esta manera es generalmente anular, por lo que el plasma que se genera por la punta de sonda 50 se dirige preferentemente hacia las paredes laterales del canal del dispositivo de exploración para una limpieza y esterilización más eficaces. En algunas realizaciones, el tapón conductor 54 puede comprender una serie (es decir, uno o más) de orificios a su través, que pueden proporcionar entradas que permitan que gas ionizable fluya hacia el volumen interno 48 desde el canal para liberación de descarga para producir un plasma.

La figura 6 muestra una vista en sección transversal de un adaptador 60 que puede utilizarse en las realizaciones de la presente invención. En particular, el adaptador 60 puede utilizarse en una disposición tal como se muestra en la figura 2, ya que está configurado para poder conectarse a un conducto de gas para aportar gas ionizable al canal de un dispositivo de exploración.

5 El adaptador 60 comprende un cuerpo estanco a gases 62 que está configurado para encajar en el canal de un dispositivo de exploración (por ejemplo, al encajar en el mango de un dispositivo de exploración) para permitir la introducción de un instrumento de esterilización en el canal. Por ejemplo, el cuerpo 62 puede estar hecho de un material plástico o similares, aunque también puede utilizarse cualquier otro material adecuado (por ejemplo, metal).

10 En la realización que se muestra en la figura 6, el adaptador 60 también está configurado para permitir la introducción de gas ionizable en el canal del dispositivo de exploración a través del cuerpo estanco a gases 62.

En particular, el adaptador 60 comprende un primer accesorio luer 63 para permitir que el cuerpo estanco a gases 62 encaje en el canal del dispositivo de exploración, preferentemente al encajar en el mango de un dispositivo de exploración como se ha descrito anteriormente. Dentro del cuerpo 62, el adaptador 60 comprende un paso ramificado 64 que tiene dos entradas y una única salida, en donde la salida se encuentra en el accesorio luer 63 de manera que la salida desemboca en el canal del dispositivo de exploración durante el uso del adaptador 60.

20 En una primera entrada del paso 64, hay un puerto 65 que está configurado para recibir la sonda alargada del dispositivo de esterilización. En el puerto 65, o en torno al mismo, hay una junta 66, que puede ser una junta tórica o una junta embridada o similares, para garantizar que, cuando la sonda alargada esté presente en el paso 64, el adaptador 60 sea estanco a gases de manera que no pueda fugarse ningún gas ionizable del canal del dispositivo de exploración y no pueda entrar aire en el canal. Sin embargo, el puerto 65, la junta 66 y el paso 64 están configurados para permitir que la sonda alargada se desplace en dirección proximal y distal para esterilizar el canal del dispositivo de exploración.

En una segunda entrada del paso 64, hay un segundo accesorio luer 67 al que es posible que pueda conectarse un conducto de gas desde un suministro de gas. De esta manera, el paso 64 puede proporcionar un conducto para el paso de gas desde el suministro de gas hasta el canal del dispositivo de exploración. En otras realizaciones, el adaptador 60 puede no comprender un segundo accesorio luer 67 (por ejemplo, cuando se aporta gas ionizable al extremo distal del canal del dispositivo de exploración) y, por lo tanto, puede no ser necesario que el paso 64 sea un paso ramificado.

35 En algunos ejemplos, el adaptador 60 puede incluir una válvula de alivio de presión (que no se muestra), que puede estar configurada para purgar gas cuando la presión dentro del adaptador 60 (y, por lo tanto, dentro del canal del dispositivo de exploración) es aproximadamente o ligeramente superior a la presión atmosférica. Por ejemplo, la válvula de alivio de presión puede sustituir al segundo accesorio luer 67 o puede estar situada en cualquier otra parte del cuerpo 62 del adaptador 60.

40 Si bien la invención se ha descrito junto con las realizaciones ilustrativas descritas anteriormente, muchas modificaciones y variaciones dentro del ámbito de las reivindicaciones adjuntas resultarán evidentes para los expertos en la materia cuando se les dé esta divulgación. Por consiguiente, las realizaciones ilustrativas de la invención expuestas anteriormente se consideran ilustrativas y no limitantes.

45 Para evitar cualquier duda, cualquier explicación teórica proporcionada en este documento se proporciona con el fin de mejorar la comprensión del lector. Los inventores no desean verse limitados por ninguna de estas explicaciones teóricas.

50 Los títulos de sección utilizados en el presente documento son solo para fines organizativos y no deben interpretarse como una limitación de la materia objeto descrita.

A lo largo de esta memoria descriptiva, incluidas las reivindicaciones que siguen, a menos que el contexto requiera lo contrario, las palabras "comprender" e "incluir", así como las variantes tales como "comprende", "que comprende" y "que incluye", implican la inclusión de un número entero o etapa o grupo de números enteros o etapas establecidos, pero no la exclusión de cualquier otro número entero o etapa o grupo de números enteros o etapas.

60 Cabe señalar que, tal como se utilizan en la memoria descriptiva y en las reivindicaciones adjuntas, las formas en singular "un", "una", y "el/la" incluyen los referentes a los plurales, a menos que el contexto indique claramente lo contrario. En el presente documento, los intervalos se pueden expresar como desde "aproximadamente" un valor concreto y/o hasta "aproximadamente" otro valor concreto. Cuando se expresa un intervalo de este tipo, otra realización incluye desde el valor concreto y/o hasta el otro valor concreto. De manera similar, cuando los valores se expresan como aproximaciones, mediante el uso del antecedente "aproximadamente", se entenderá que el valor concreto forma otra realización. El término "aproximadamente" en relación con un valor numérico es opcional y significa, por ejemplo, +/- 10 %.

REIVINDICACIONES

1. Un aparato de esterilización para esterilizar un canal de un dispositivo de exploración quirúrgica,

5 comprendiendo el aparato:

un suministro de gas (16),
un instrumento de esterilización configurado para insertarse a través del canal de un dispositivo de exploración
quirúrgica, comprendiendo el instrumento de esterilización:

10

una sonda alargada que comprende:

una línea de transmisión (32) para transportar energía electromagnética (EM) de radiofrecuencia (RF) y/o
energía EM de microondas, y

15

una punta de sonda (40) conectada en el extremo distal de la línea de transmisión para recibir la energía EM
de RF y/o de microondas, comprendiendo la punta de sonda (40) un conjunto de electrodos configurado para
producir un campo eléctrico a partir de la energía EM de RF y/o de frecuencia de microondas recibida para
generar un plasma del gas ionizable aportado al canal desde el suministro de gas (16), **caracterizado por que:**

20

el suministro de gas tiene un conducto para aportar un gas ionizable al canal del dispositivo de exploración
quirúrgica, y **por que**

el instrumento de esterilización es independiente del suministro de gas y del conducto, y **por que** el
instrumento de esterilización está libre de un conducto para transportar gas ionizable para la generación de
un plasma mediante el conjunto de electrodos.

25

2. Un aparato de esterilización de acuerdo con la reivindicación 1, comprendiendo el aparato de esterilización (10, 20),
además, un adaptador estanco a gases (28, 60) configurado para poder conectarse al dispositivo de exploración,
teniendo el adaptador estanco a gases un paso a su través para permitir que el instrumento de esterilización se
introduzca en el canal del dispositivo de exploración a través del adaptador estanco a gases (28, 60).

30

3. Un aparato de esterilización de acuerdo con la reivindicación 2, en donde, bien:

el adaptador estanco a gases (28, 60) comprende una válvula de alivio de presión (27); o

el suministro de gas (16) está configurado para poder conectarse al adaptador (28, 60) para aportar el gas ionizable
al canal del dispositivo de exploración quirúrgica.

35

4. Un aparato de esterilización de acuerdo con la reivindicación 2 o la reivindicación 3, en donde el paso a través del
adaptador estanco a gases (28, 60) comprende una junta para garantizar que el adaptador (28, 60) sea estanco a
gases cuando el instrumento de esterilización está situado en el paso.

40

5. Un aparato de esterilización de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, en donde el adaptador
estanco a gases (60) comprende un accesorio luer (63) para fijar el adaptador estanco a gases (28, 60) al dispositivo
de exploración quirúrgica.

45

6. Un aparato de esterilización de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, comprendiendo el
aparato de esterilización (10, 20), además, un dispositivo de cierre (26) configurado para sellar un extremo distal del
canal del dispositivo de exploración quirúrgica.

50

7. Un aparato de esterilización de acuerdo con la reivindicación 6, en donde, bien:

el suministro de gas (16) se puede conectar al dispositivo de cierre (26) para aportar el gas ionizable al canal del
dispositivo de exploración quirúrgica; o

el dispositivo de cierre (26) comprende una válvula de alivio de presión (27).

55

8. Un aparato de esterilización de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el conjunto
de electrodos comprende un primer electrodo (42) y un segundo electrodo (44) dispuestos para definir un volumen
(48) entre los mismos, y el primer electrodo (42) y el segundo electrodo (44) están configurados para recibir la energía
de RF y/o de microondas de la línea de transmisión para configurar un campo eléctrico en el volumen (48) para producir
un plasma del gas ionizable; y

60

en donde la punta de sonda (40) comprende una entrada para permitir que gas ionizable fluya desde el canal del
dispositivo de exploración quirúrgica y hacia el volumen (48) definido entre el primer electrodo (42) y el segundo
electrodo (44).

65

9. Un aparato de esterilización de acuerdo con la reivindicación 8, en donde

la línea de transmisión comprende un cable coaxial que tiene un conductor interior, un conductor exterior y un

material dieléctrico que separa el conductor interior del conductor exterior,

el segundo electrodo (44) comprende una extensión del conductor exterior del cable coaxial más allá del material dieléctrico del cable coaxial, y

- 5 el primer electrodo (42) comprende una extensión del conductor interior del cable coaxial más allá del material dieléctrico del cable coaxial y a lo largo de un eje central del segundo electrodo (44) para definir el volumen (48) entre el primer electrodo (42) y el segundo electrodo (44);
 10 en donde el primer electrodo (42) y el segundo electrodo (44) están configurados para recibir la energía de RF y/o de microondas del cable coaxial para crear un campo eléctrico en el volumen (48) entre el primer electrodo (42) y el segundo electrodo (44) para generar un plasma en su interior, y
 en donde la punta de sonda (40) incluye una salida para liberar plasma del volumen (48).

10. Un aparato de esterilización de acuerdo con la reivindicación 9, en donde el segundo electrodo (44) comprende al menos un orificio para definir la entrada en la punta de sonda (40) para permitir que gas ionizable fluya desde el canal del dispositivo de exploración quirúrgica y hacia el volumen (48).
 15

11. Un aparato de esterilización de acuerdo con la reivindicación 9 o la reivindicación 10, en donde el primer electrodo (42) comprende un tapón conductor (54) montado en un extremo distal de la extensión del conductor interior, en donde el tapón conductor (54) está separado del extremo distal del segundo electrodo (44) para definir un hueco entre el tapón y el segundo electrodo (44) para definir la salida.
 20

12. Un aparato de esterilización de acuerdo con la reivindicación 11, en donde el tapón conductor (54) comprende al menos un orificio para definir la entrada en la punta de sonda (40) para permitir que gas ionizable fluya desde el canal del dispositivo de exploración quirúrgica y hacia el volumen (48).
 25

13. Un aparato de esterilización de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 9 a 12, en donde la punta de sonda (40) comprende, además, una pieza de material dieléctrico aislante situada entre el primer electrodo (42) y el segundo electrodo (44).

- 30 14. Un aparato de esterilización de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde la sonda alargada tiene un diámetro de 1 mm o menos.

15. Un aparato de esterilización de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en donde el suministro de gas (16) está configurado para suministrar gas al canal del dispositivo de exploración quirúrgica a un caudal variable.
 35

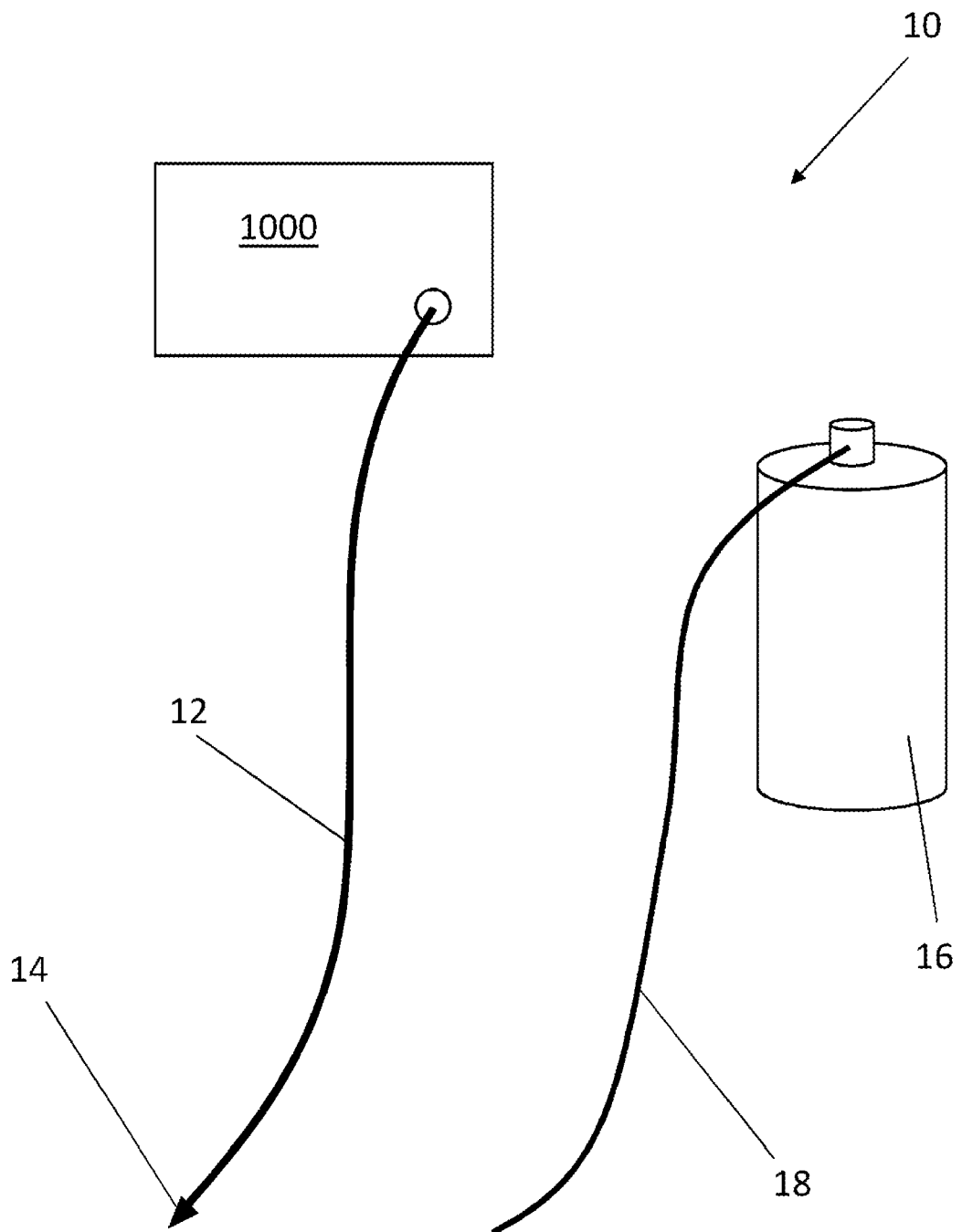


Fig. 1

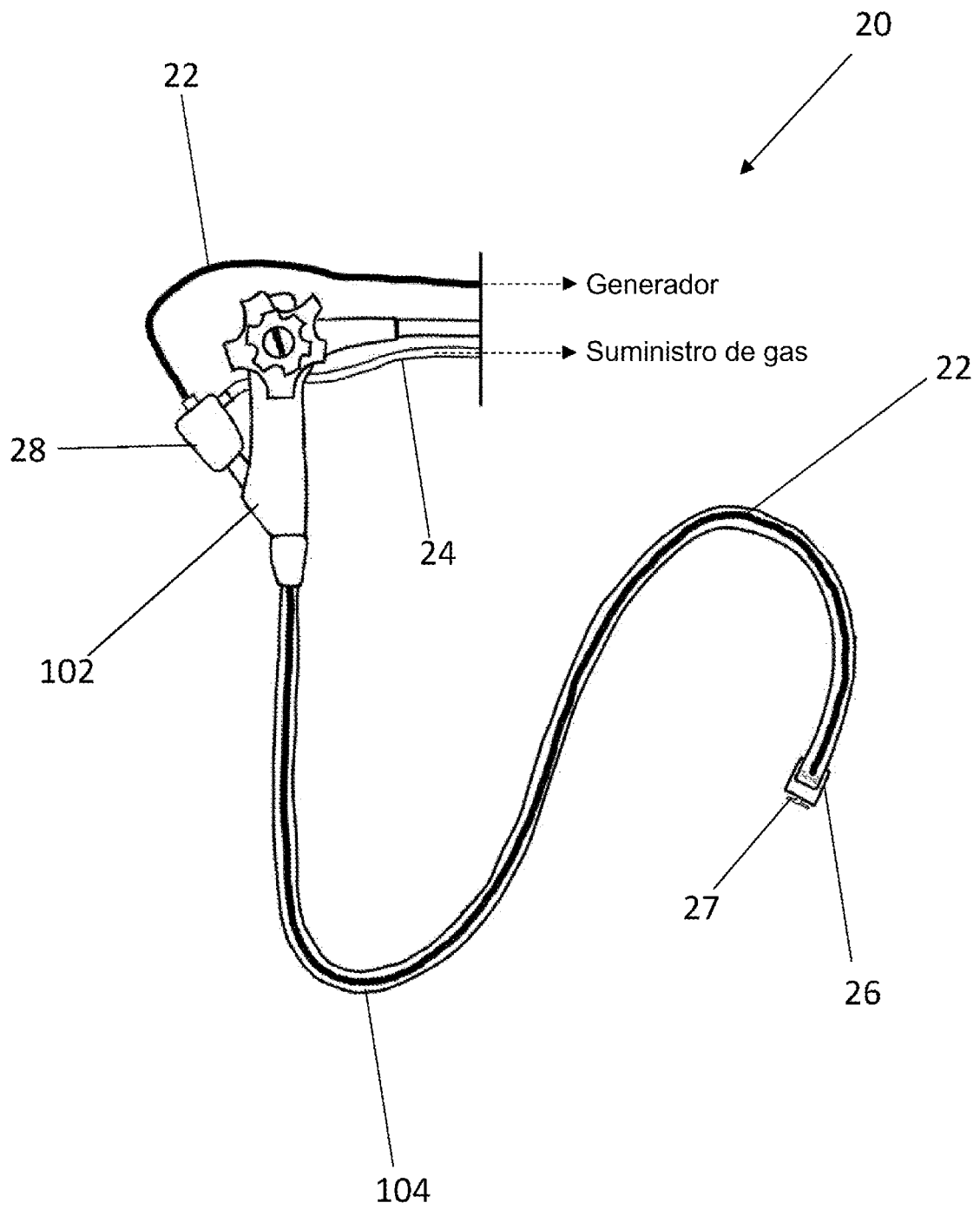


Fig. 2

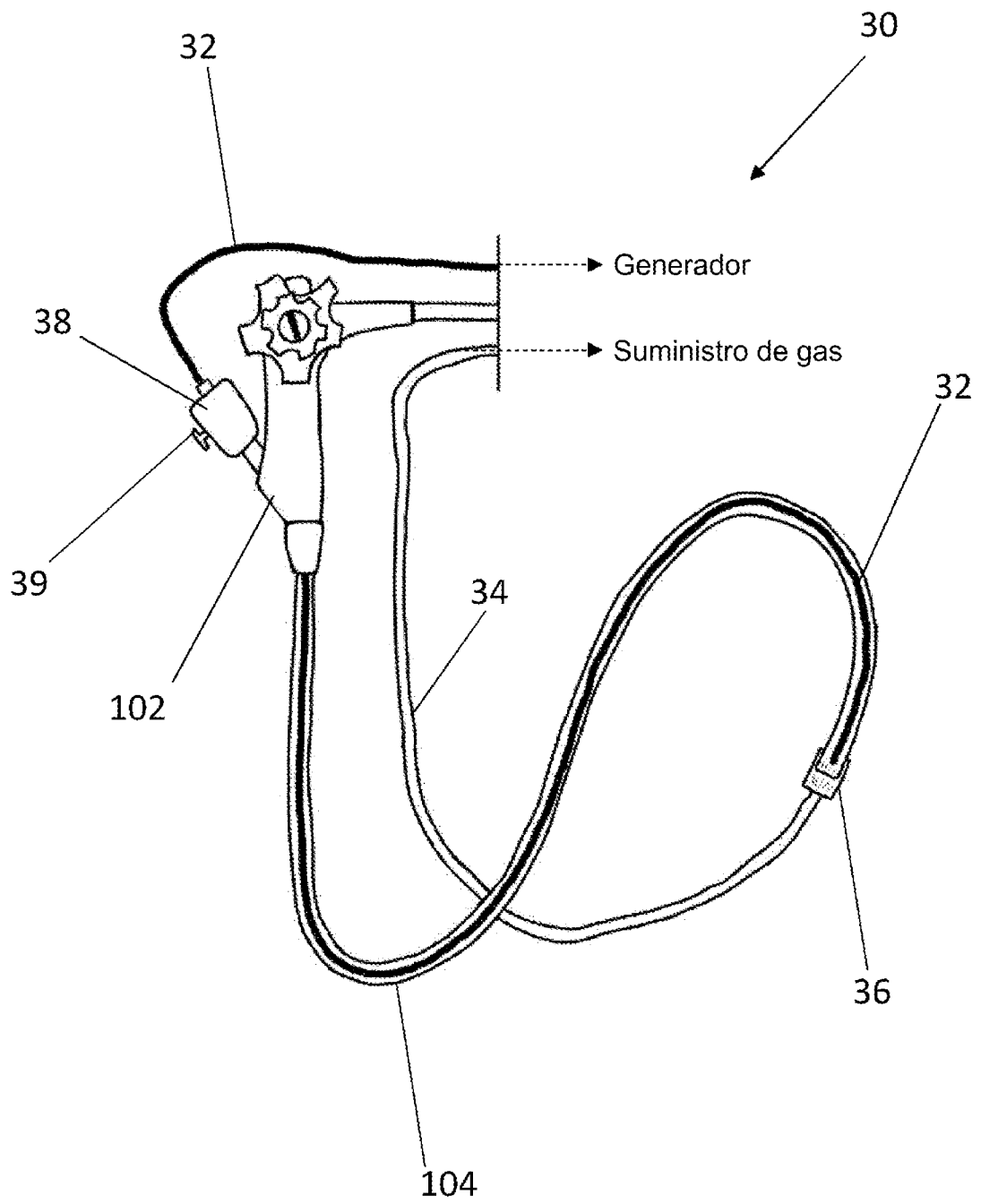


Fig. 3

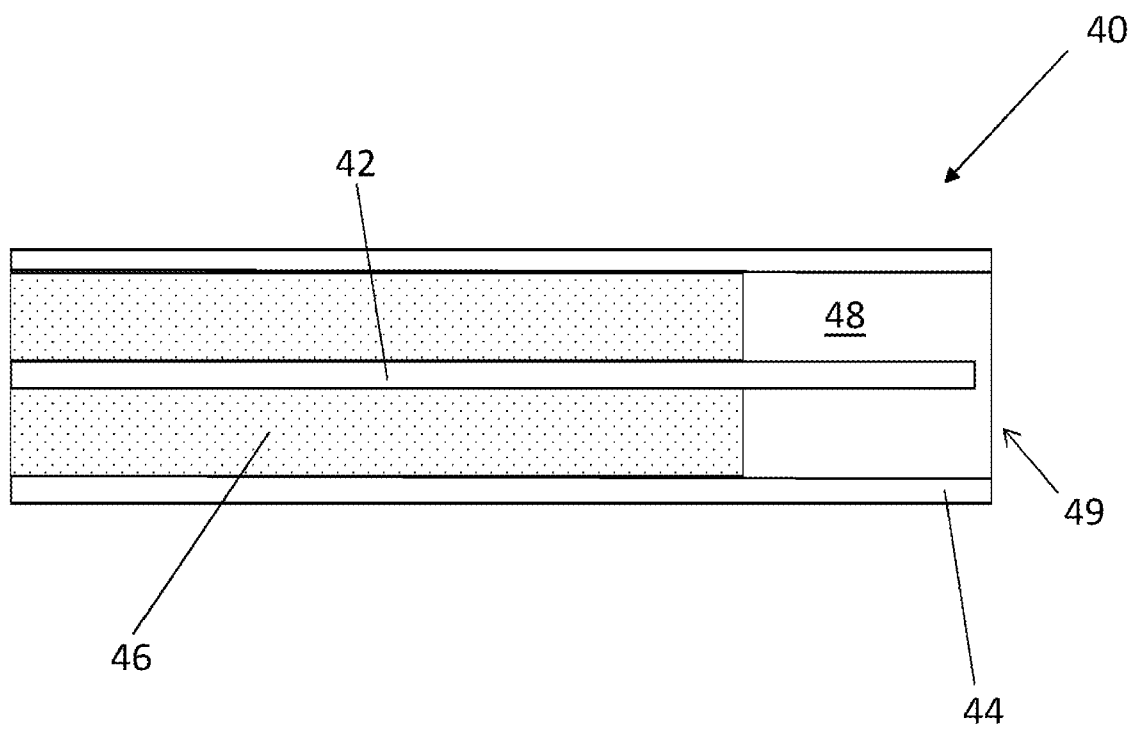


Fig. 4

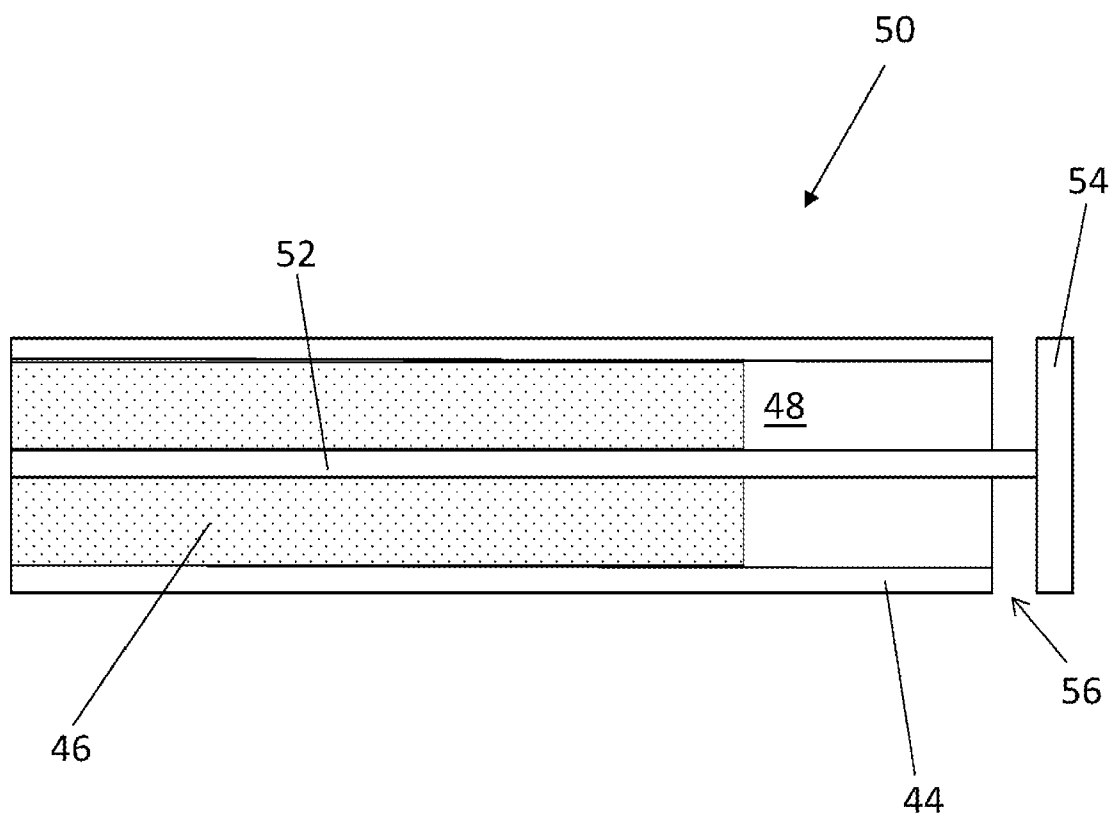


Fig. 5

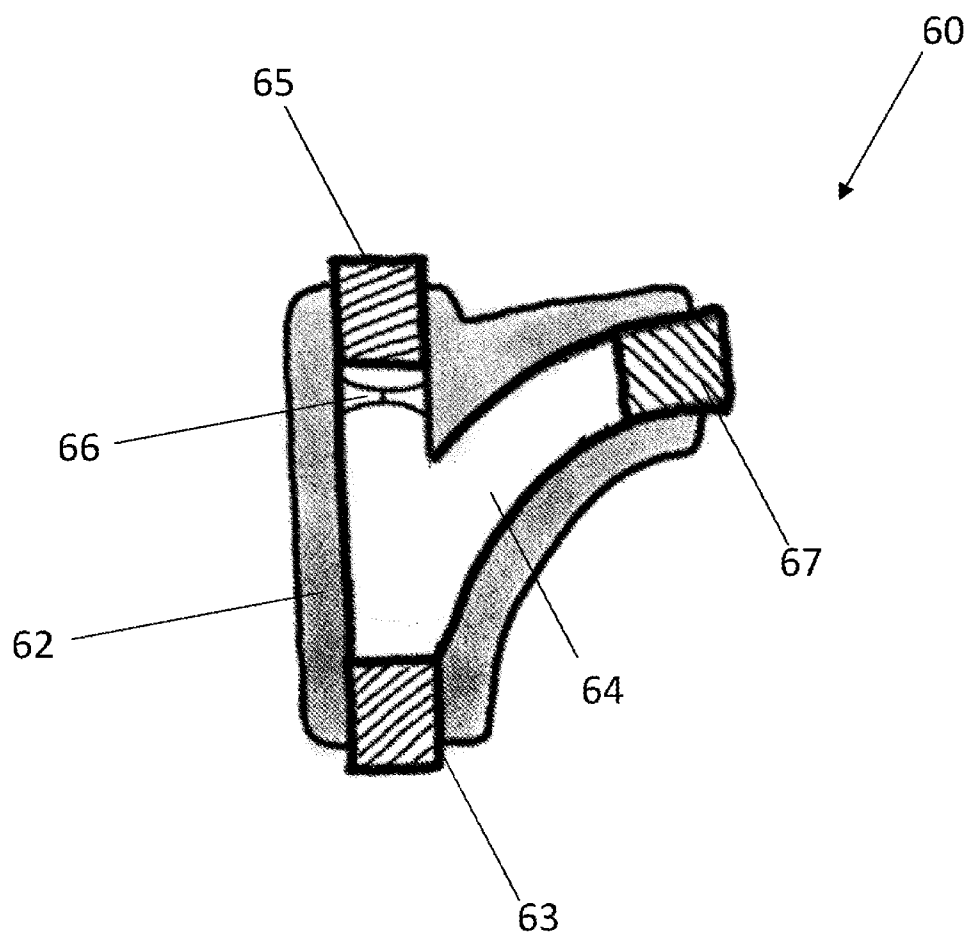


Fig. 6