

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 965 425**

51 Int. Cl.:

**A61B 18/04** (2006.01)

**A61L 2/14** (2006.01)

**H05H 1/24** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.07.2017 E 21209325 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.09.2023 EP 3977952**

54 Título: **Dispositivo para generar un chorro de plasma, método y uso con el mismo**

30 Prioridad:

**02.09.2016 EP 16187095**

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

**15.04.2024**

73 Titular/es:

**LEIBNIZ-INSTITUT FÜR PLASMAFORSCHUNG  
UND TECHNOLOGIE E.V. (100.0%)  
Felix-Hausdorff-Strasse 2  
17489 Greifswald, DE**

72 Inventor/es:

**WINTER, JÖRN**

74 Agente/Representante:

**IZQUIERDO BLANCO, María Alicia**

ES 2 965 425 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

Dispositivo para generar un chorro de plasma, método y uso con el mismo

5 La invención se refiere a un dispositivo y un método para generar un chorro de plasma, en particular un chorro de plasma a presión atmosférica no térmico, un endoscopio que comprende un dispositivo para generar un chorro de plasma de acuerdo con la invención, un método para manipular una cavidad que no pertenezca al cuerpo humano o animal, y un uso del dispositivo para generar un chorro de plasma en una cavidad que no pertenezca a un cuerpo humano o animal para manipular la cavidad.

10 Los chorros de plasma no térmicos se generan encendiendo un plasma en un flujo de gas de proceso, en donde se emite una corriente de plasma espacialmente confinada (en una dirección radial) desde el dispositivo de generación de plasma. En particular, este confinamiento espacial es el resultado del aire circundante, en donde las moléculas de oxígeno particularmente electronegativas repelen los electrones cargados negativamente.

15 Los chorros de plasma de acuerdo con el estado de la técnica se usan especialmente para manipular superficies, por ejemplo, para esterilizar o desinfectar objetos como instrumentos quirúrgicos, implantes o partes de un cuerpo humano o de animal. En muchas aplicaciones, en particular aplicaciones médicas, se desea la manipulación de superficies dentro de cavidades, que a menudo son de difícil acceso.

20 El Documento DE 10 2009 028462 A1 divulga un dispositivo para generar una corriente de plasma frío mezclada con micro o nanopartículas que comprende un electrodo de clavija central o un par de electrodos dispuestos en el exterior del dispositivo. El Documento WO 2011/015538 describe un dispositivo para generar un chorro de plasma que comprende un electrodo de clavija colocado centralmente en un conducto de gas de alimentación y una carcasa metálica rígida. Debido a su rigidez mecánica, estos dispositivos no son adecuados para su uso en cavidades.

25 El Documento WO2005/125286 A2 divulga un dispositivo de chorro de plasma para tratar un sustrato que comprende un primer conducto a través del cual fluye un gas portador, un segundo conducto a través del cual fluye gas de plasma, en donde el segundo conducto está dispuesto alrededor del primer conducto y un primer y un segundo electrodos separados entre sí por una barrera dieléctrica mientras. El gas del proceso tiene un voltaje de ionización más alto que el del gas de plasma.

30 Debido a su rigidez mecánica, estos dispositivos no son adecuados para su uso en cavidades.

35 Los Documentos US 2011/0018444 A1, WO 2011/092186, y US 8475451 B2, se refieren a dispositivos para generar chorros de plasma en tubos flexibles, y los documentos US 2014/005481 A1 y EP 1293169 B1 se refieren a endoscopios flexibles que comprenden dispositivos para la generación de chorros de plasma. Por lo tanto, el problema a resolver por la presente invención es proporcionar un dispositivo mejorado y un método mejorado para generar un chorro de plasma que permita un tratamiento de plasma específico de objetos, particularmente en una cavidad, de una manera simple y rentable, que supere las desventajas mencionadas anteriormente del estado de la técnica.

40 Este problema se resuelve con el dispositivo y el endoscopio de las reivindicaciones independientes 1 y 8, así como con los métodos de las reivindicaciones 10 y 13, y el uso de la reivindicación 14. Aspectos adicionales y las realizaciones preferidas de la invención se abordan por las reivindicaciones dependientes 2 a 7, 9 y 11 a 12. Los aspectos y las realizaciones se describen posteriormente.

45 Por consiguiente, un primer aspecto de la invención proporciona un dispositivo para generar un chorro de plasma de acuerdo con la reivindicación 1. Este dispositivo para generar un chorro de plasma comprende un primer conducto conectado, que comprende una primera salida, y un segundo conducto que comprende por lo menos una segunda salida, en donde el primer conducto está dispuesto dentro del segundo conducto, de tal manera que se proporciona un primer canal de flujo dentro del primer conducto, y un segundo canal de flujo está dispuesto en el espacio entre el primer conducto y el segundo conducto, y en donde el dispositivo comprende un primer electrodo, particularmente un electrodo accionado por voltaje alto, y un segundo electrodo, particularmente un electrodo conectado a tierra, para generar un campo eléctrico en un flujo de gas de alimentación proporcionado en el primer canal de flujo para generar un chorro de plasma a partir del flujo de gas de alimentación, en donde el dispositivo está adaptado para proporcionar un flujo de gas de cortina en por lo menos una segunda salida que rodea el chorro de plasma que sale de la primera salida. A este respecto, el primer electrodo está colocado radialmente fuera del primer canal de flujo, y la distancia radial del segundo electrodo desde el eje longitudinal del primer conducto es mayor que la distancia radial del primer electrodo desde el eje longitudinal.

50 Por lo menos una parte del segundo conducto comprende una sección flexible, en donde la rigidez a la flexión de la sección flexible es tal que la sección flexible puede doblarse en un radio de flexión en el intervalo de 10 mm a 100 mm.

A este respecto, el término "distancia radial" se refiere a una distancia radial mínima para disposiciones, en las que el primer y/o el segundo electrodo tienen una forma irregular y/o están desplazados desde el eje longitudinal. En otras palabras: el segundo electrodo está colocado radialmente fuera del primer electrodo.

5 El término 'radio de flexión' se refiere al radio de flexión con respecto al eje longitudinal del segundo conducto. El término 'rigidez de flexión' se refiere a la resistencia de la sección flexible frente a la deformación por doblado.

10 Es decir, el primer conducto comprende un eje longitudinal, y el primer electrodo está colocado fuera del primer canal de flujo en una dirección radial con respecto al eje longitudinal del primer conducto.

15 El término 'flujo de gas de cortina' describe un flujo de gas que está adaptado para rodear el chorro de plasma que sale de la primera salida. A este respecto, el flujo de gas de cortina puede comprender o consistir de cualquier gas o mezcla de gases, independientemente de su capacidad para ionizarse y/o formar un plasma.

20 Dependiendo del voltaje aplicado, la geometría del dispositivo y las propiedades del gas de cortina, el gas de cortina puede formar o no un plasma cuando el campo eléctrico es generado por el primer y el segundo electrodo del dispositivo.

25 En particular, el dispositivo para generar un chorro de plasma está adaptado para generar un chorro de plasma no térmico. A este respecto, el término 'no térmico' describe un chorro de plasma que tiene una temperatura del gas que es de varios órdenes de magnitud inferior a la temperatura de los electrones. En particular, la temperatura del gas generado por el chorro de plasma está en el intervalo de 10° C a 45° C.

El dispositivo para generar un chorro de plasma está adaptado para generar un chorro de plasma a presión atmosférica o baja. Es decir, la presión de los átomos y/o moléculas comprendidas en el plasma está en un intervalo de 100 mbar a 1200 mbar.

30 A este respecto, el chorro de plasma puede comprender iones, electrones libres y/o especies metaestables generadas por transiciones electrónicas inducidas por el voltaje aplicado.

35 En ciertas realizaciones, el primer conducto y el segundo conducto comprenden una sección transversal circular. Alternativamente, el primer y/o el segundo conducto pueden tener una sección transversal no circular, particularmente una sección transversal poligonal u ovalada.

En particular, el orificio interior libre del segundo conducto es mayor que el diámetro exterior del primer conducto y/o el primer electrodo.

40 El primer electrodo del dispositivo está colocado radialmente fuera del primer canal de flujo. Es decir, el primer electrodo puede colocarse en la pared interior del primer conducto hacia el primer canal de flujo, o el primer electrodo puede colocarse en la pared exterior del primer conducto hacia el segundo canal de flujo, o el primer electrodo puede estar incrustado en el primer conducto, o el primer electrodo puede colocarse en el segundo canal de flujo. El primer electrodo también puede estar parcialmente incrustado en la pared del primer conducto.

45 Por lo tanto, el primer canal de flujo contiene espacio libre, que en particular no está obstruido por un electrodo de clavija. Esto es especialmente ventajoso si el dispositivo se usa como endoscopio o como parte de un endoscopio, ya que el espacio libre puede usarse para colocar, por ejemplo, un dispositivo de detección y/o manipulación.

50 El campo eléctrico entre el primer electrodo y el segundo electrodo puede generarse aplicando un voltaje entre el primer electrodo y el segundo electrodo, particularmente aplicando un voltaje al primer electrodo, en donde el segundo electrodo sirve como electrodo conectado a tierra.

55 En particular, el campo eléctrico está localizado en por lo menos una parte del primer canal de flujo, es decir, dentro de por lo menos una parte del primer conducto, o el campo eléctrico está localizado en la primera salida del primer conducto. De este modo, por lo menos una parte de los átomos y/o moléculas del gas de alimentación genera un plasma por medio del campo eléctrico. En particular, por lo menos una parte de los átomos y/o moléculas del gas de alimentación se ionizan por medio del campo eléctrico.

60 Sorprendentemente, se descubrió que el campo eléctrico en el primer conducto o en la primera salida del primer conducto del dispositivo de acuerdo con la presente invención es suficiente para encender un plasma en el flujo de gas de alimentación.

65 El dispositivo está adaptado para proporcionar un flujo de gas de cortina en el segundo canal de flujo, en

5 donde el flujo de gas de cortina emerge de por lo menos una segunda salida. Mediante la disposición del segundo canal de flujo en el espacio entre el primer conducto y el segundo conducto, el flujo de gas de cortina que sale de la por lo menos una segunda salida restringe la difusión radial del chorro de plasma que sale de la primera salida, lo que particularmente da como resultado un chorro de plasma confinado radialmente en una cavidad. A este respecto, el gas de cortina puede formar o no un plasma.

10 En ciertas realizaciones, la pared del primer electrodo es continua en una dirección circunferencial. Así, por ejemplo, el primer electrodo puede tener forma de anillo. Alternativamente, el primer electrodo puede contener aberturas en su pared y/o puede consistir de por lo menos dos secciones en la dirección circunferencial.

15 En particular, también el primer conducto comprende una sección flexible respectiva que se superpone radialmente con la sección flexible del segundo conducto, en donde la rigidez a la flexión de la sección flexible del primer conducto es tal que la sección flexible respectiva puede doblarse en un radio de flexión respectivo, más particularmente en el intervalo de 10 mm a 100 mm.

Una sección flexible del segundo conducto y/o del primer conducto permite que el dispositivo se doble de manera flexible, particularmente en una cavidad. Esto es especialmente ventajoso si el dispositivo está incorporado en un endoscopio o se usa como endoscopio.

20 El primer conducto y/o el segundo conducto pueden comprender además por lo menos una sección rígida caracterizada por un radio de flexión de más de 100 mm.

25 En ciertas realizaciones, el primer electrodo se coloca entre el primer canal de flujo y el segundo canal de flujo en una dirección radial con respecto al eje longitudinal del primer canal de flujo.

30 En ciertas realizaciones, el segundo electrodo se coloca en el interior y/o en el exterior del segundo conducto. Es decir, el segundo electrodo puede colocarse en la pared interior del segundo conducto hacia el segundo canal de flujo, o el segundo electrodo puede colocarse en la pared exterior del segundo conducto, o el segundo electrodo puede incrustarse en la pared del segundo conducto. El segundo electrodo también puede incrustarse parcialmente en la pared del segundo conducto.

En ciertas realizaciones, el segundo conducto está parcial o completamente rodeado por el segundo electrodo.

35 En ciertas realizaciones, la pared del segundo electrodo es continua en una dirección circunferencial. Así, por ejemplo, el segundo electrodo puede tener forma de anillo. Alternativamente, el segundo electrodo puede contener aberturas en su pared y/o puede constar de por lo menos dos secciones en la dirección circunferencial.

40 En ciertas realizaciones, el segundo electrodo es una bobina de alambre, que se enrolla alrededor del segundo conducto.

45 En ciertas realizaciones, el segundo electrodo es una funda de protección exterior eléctricamente conductora del segundo conducto. En ciertas realizaciones, la carcasa del dispositivo para generar un chorro de plasma, en particular la carcasa del segundo conducto sirve como un segundo electrodo.

50 En ciertas realizaciones, la por lo menos una segunda salida está dispuesta coaxialmente alrededor de la primera salida. Es decir, la primera salida y la por lo menos una segunda salida se extienden alrededor de un punto central común. Alternativamente, en una disposición no coaxial, la primera salida puede disponerse alrededor de un punto central que no coincide con el punto central de la por lo menos una segunda salida.

En ciertas realizaciones, la primera salida está rodeada por la por lo menos una segunda salida.

55 En ciertas realizaciones, la extensión radial máxima, particularmente el diámetro exterior máximo, del segundo conducto, es de 10 mm o menos, particularmente de 4 mm o menos. Si el segundo electrodo está colocado radialmente fuera del segundo conducto, es decir, en la pared exterior del segundo conducto, la extensión radial máxima se define por la extensión del segundo conducto y el segundo electrodo.

60 Tales dimensiones exteriores del segundo conducto permiten insertar el dispositivo en cavidades de pequeño tamaño. Esto es especialmente ventajoso si el dispositivo se incorpora en un endoscopio o se usa como endoscopio.

65 En ciertas realizaciones, el primer electrodo está dispuesto a una distancia, particularmente a una distancia axial, de la primera salida, en donde la distancia es igual por lo menos a la extensión radial máxima del primer conducto.

- 5 Ventajosamente, la distancia entre el primer electrodo y la primera salida evita descargas disruptivas eléctricas entre el primer electrodo y la primera salida. De este modo, en particular, se evita la descarga disruptiva entre el primer electrodo y una superficie de una cavidad, en la que se inserta el dispositivo. Por ejemplo, cuando el dispositivo se usa como endoscopio o como parte de un endoscopio en aplicaciones médicas, esto es ventajoso para evitar la descarga disruptiva a las superficies del cuerpo de un paciente y, por lo tanto, evita daños al paciente.
- En ciertas realizaciones, se coloca un material eléctricamente aislante entre el primer electrodo y la primera salida.
- 10 En ciertas realizaciones, el primer electrodo está dispuesto a una distancia de la primera salida, en donde la distancia es igual a por lo menos la extensión radial máxima del primer conducto, y se coloca un material eléctricamente aislante entre el primer electrodo y la primera salida.
- 15 En ciertas realizaciones, el material eléctricamente aislante forma parte del primer conducto.
- En ciertas realizaciones, el material aislante está comprendido en una pieza aislante.
- 20 En ciertas realizaciones, la parte aislante comprende alas y/o orificios que forman por lo menos dos segundas salidas. Estas alas u orificios permiten el paso del gas cortina a través de la sección respectiva del segundo canal de flujo, en el que se dispone la pieza aislante.
- 25 En ciertas realizaciones, la parte aislante se ajusta a medida al primer conducto, particularmente al primer capilar, y/o al segundo conducto, particularmente al segundo capilar.
- En ciertas realizaciones, el primer electrodo comprende, particularmente está recubierto con, un material eléctricamente aislante. Esto evita ventajosamente una descarga disruptiva directa a través del espacio lleno de gas entre el primer conducto y el segundo conducto, es decir, a través del segundo canal de flujo.
- 30 En ciertas realizaciones, la parte aislante está diseñada de tal manera que se coloca una abertura permeable a los gases entre la parte aislante y la pared interna del segundo conducto, particularmente el segundo capilar.
- 35 Ventajosamente, el material aislante evita descargas disruptivas eléctricas entre el primer electrodo y la primera salida. De este modo, en particular, se evita la descarga disruptiva entre el primer electrodo y una superficie de una cavidad, en la que se inserta el dispositivo. Por ejemplo, cuando el dispositivo se usa como endoscopio o como parte de un endoscopio en aplicaciones médicas, esto es ventajoso para evitar la descarga disruptiva a las superficies del cuerpo de un paciente y, por lo tanto, evita daños al paciente.
- 40 En ciertas realizaciones, el primer conducto comprende un primer capilar y un primer tubo, en donde el primer tubo está adaptado para ser conectado a un depósito de gas de alimentación, de tal manera que puede proporcionarse un flujo de gas de alimentación en el primer tubo, y en donde el primer tubo está conectado al primer capilar en una primera unión, de tal manera que el flujo de gas de alimentación pueda proporcionarse en el primer capilar, y en donde el primer electrodo se coloca en el primer capilar o se une al primer capilar. A este respecto, el primer tubo y el primer capilar constituyen el primer canal de flujo. En particular, la sección flexible del primer conducto es el primer tubo. En particular, la sección flexible del segundo conducto es el segundo tubo.
- 45 En particular, el taladro interior libre del segundo capilar es mayor que el diámetro exterior del primer capilar y/o el primer electrodo.
- 50 En ciertas realizaciones, el dispositivo para generar un chorro de plasma comprende un módulo frontal, en particular un módulo frontal rígido, que comprende el primer capilar, el segundo capilar, el primer electrodo y el segundo electrodo. En ciertas realizaciones, el módulo frontal tiene una longitud en el intervalo de 2 mm a 10 mm. En ciertas realizaciones, el módulo frontal comprende el primer y el segundo capilar, en donde el primer y el segundo capilar están unidos concéntricamente. En ciertas realizaciones, el módulo frontal comprende dos tubos flexibles dispuestos concéntricamente.
- 55 En ciertas realizaciones, el primer electrodo se coloca a una distancia axial de por lo menos la extensión máxima del primer conducto desde la primera unión.
- 60 Ventajosamente, la distancia axial evita la formación de plasma en el primer conducto, lo que podría dar como resultado interacciones desfavorables entre el plasma y el material del primer conducto, particularmente el primer tubo.
- 65 En ciertas realizaciones, el segundo conducto comprende un segundo capilar y un segundo tubo, en donde el segundo tubo está adaptado para ser conectado a un depósito de gas de cortina, de tal manera que puede

proporcionarse un flujo de gas de cortina en el segundo tubo, y en donde el segundo tubo está conectado al segundo capilar en una segunda unión, de tal manera que el flujo de gas de cortina puede proporcionarse en el segundo capilar. A este respecto, el segundo tubo y el segundo capilar constituyen el segundo canal de flujo.

5 En particular, el diámetro interior del segundo tubo es mayor que el diámetro exterior del primer tubo, de tal manera que se forma un segundo canal de flujo permeable a los gases entre el primer tubo y el segundo tubo.

10 En ciertas realizaciones, el dispositivo para generar un chorro de plasma comprende además un conductor eléctrico para conectar eléctricamente el primer electrodo a una fuente de voltaje, en donde el conductor eléctrico está enrollado helicoidalmente alrededor de por lo menos una parte del primer conducto en una pluralidad de bobinados, particularmente en donde los bobinados colindantes están dispuestos a una distancia axial de 1 mm o menos. En particular, el conductor eléctrico es un cable.

15 Una disposición del conductor eléctrico en bobinados alrededor del primer conducto permite ventajosamente que un segmento flexible del primer conducto, por ejemplo un tubo o una sección de un tubo, se doble sin restricciones de flexibilidad por parte del conductor eléctrico.

20 Una disposición densa de bobinados colindantes del conductor eléctrico a una distancia pequeña o un material de protección minimiza ventajosamente el campo eléctrico generado por el conductor eléctrico en la sección respectiva del primer conducto, lo que evita la formación de un plasma en la sección respectiva del primer conducto. La formación de plasma se desea sólo en el primer electrodo. Un plasma generado en otras localizaciones dentro del primer conducto puede dar como resultado la degradación del material del primer conducto, particularmente el tubo, lo que aumentaría los costes de mantenimiento del dispositivo.

25 En ciertas realizaciones, el dispositivo para generar un chorro de plasma comprende además un conductor eléctrico para conectar eléctricamente el primer electrodo con una fuente de voltaje, en donde el conductor eléctrico está situado en paralelo al primer conducto, en donde el conductor eléctrico comprende un material de protección, que está adaptado para proteger un campo eléctrico proporcionado por el conductor eléctrico.

30 En ciertas realizaciones, el dispositivo para generar un chorro de plasma comprende además un conductor eléctrico para conectar eléctricamente el primer electrodo a una fuente de voltaje, en donde el conductor eléctrico está comprendido en un recubrimiento del primer conducto o una malla que rodea el primer conducto.

35 En ciertas realizaciones, el conductor eléctrico está incrustado en el material del primer conducto.

40 Un segundo aspecto de la invención proporciona un endoscopio de acuerdo con la reivindicación 8. Es decir, el endoscopio de acuerdo con la presente invención comprende un dispositivo para generar un chorro de plasma de acuerdo con el primer aspecto de la invención, de tal manera que pueda generarse un chorro de plasma en una cavidad por medio del dispositivo para generar un chorro de plasma, cuando el endoscopio está por lo menos parcialmente insertado en la cavidad. En particular, el dispositivo para generar un chorro de plasma se coloca en un tubo de inserción del endoscopio. A este respecto, el término 'tubo de inserción' se refiere a un segmento del endoscopio, que está adaptado para insertarse en una cavidad.

45 En ciertas realizaciones, el endoscopio es un endoscopio flexible.

50 En ciertas realizaciones, el endoscopio comprende un dispositivo de detección y/o manipulación, particularmente una herramienta micromecánica, un dispositivo óptico o un canal de líquido adaptado para proporcionar un líquido en un extremo proximal del endoscopio, en donde el dispositivo de detección y/o manipulación está colocado o puede colocarse en el primer conducto del dispositivo para generar un chorro de plasma. En particular, el primer conducto sirve como un canal de instrumentos del endoscopio.

55 En ciertas realizaciones, el endoscopio comprende un canal de líquido, que se coloca en el primer conducto. A este respecto, el término 'canal de líquido' designa un canal que está adaptado para transportar un líquido. Tal canal de líquido puede usarse para proporcionar un líquido en el extremo proximal del endoscopio. En particular, el líquido puede usarse para enjuagar la cavidad en la que se inserta el endoscopio.

60 En ciertas realizaciones, el dispositivo de detección y/o manipulación es retráctil en el primer conducto. Debido a la disposición del primer electrodo, el primer conducto del dispositivo para generar un chorro de plasma de acuerdo con la presente invención, que no comprende un electrodo de clavija central, contiene un espacio en el que puede insertarse el dispositivo de detección y/o manipulación del endoscopio.

En ciertas realizaciones, el dispositivo de detección y/o manipulación puede colocarse en la primera y la por lo menos una segunda salida, es decir, en el lado proximal del endoscopio.

65 Un tercer aspecto de la invención proporciona, como se define en la reivindicación 10, un método para

5 generar un chorro de plasma por medio de un dispositivo para generar un chorro de plasma de acuerdo con el primer aspecto de la invención, en donde un flujo de gas de alimentación de un gas de alimentación se proporciona al primer canal de flujo, se genera un campo eléctrico en el flujo de gas de alimentación aplicando un voltaje entre el primer electrodo y el segundo electrodo, de tal manera que se genera un chorro de plasma a partir del flujo de gas de alimentación por medio del campo eléctrico, y se proporciona un flujo de gas de cortina de un gas de cortina que rodea el chorro de plasma que sale de la primera salida en por lo menos una segunda salida.

10 En ciertas realizaciones, el gas de alimentación se caracteriza por un voltaje de ignición que es menor que el voltaje de ignición del gas de cortina. En el contexto de la presente memoria descriptiva, el término 'voltaje de ignición' describe el voltaje con el que se genera plasma, es decir, se enciende, en el gas respectivo. Se desea la formación de plasma del gas de alimentación en el primer electrodo, en donde no se desea la formación de plasma del gas de cortina. Sin embargo, en algunas realizaciones, también puede formarse un plasma en el gas de cortina.

15 En particular, el voltaje de encendido del gas de alimentación y del gas de cortina depende de las energías de ionización de los componentes del gas de alimentación y de la cortina, así como de su tendencia a formar especies metaestables mediante transiciones electrónicas.

20 En ciertas realizaciones, el gas de cortina comprende moléculas que se unen especialmente bien a los electrones.

En ciertas realizaciones, el gas de cortina comprende O<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub> o F<sub>2</sub>, particularmente O<sub>2</sub>. En particular, estas moléculas comprenden átomos caracterizados por una alta electronegatividad, lo que da como resultado una tendencia superior a la media de estas moléculas a unir electrones.

25 En ciertas realizaciones, el gas de cortina comprende O<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub> o F<sub>2</sub> o CO<sub>2</sub>, particularmente O<sub>2</sub> o CO<sub>2</sub>, más particularmente CO<sub>2</sub>. En particular, estas moléculas comprenden átomos caracterizados por una alta electronegatividad, lo que da como resultado una tendencia superior a la media de estas moléculas a unir electrones.

30 En ciertas realizaciones, el gas de cortina comprende CO<sub>2</sub>.

En ciertas realizaciones, el gas de cortina comprende O<sub>2</sub>.

35 En ciertas realizaciones, el gas de cortina comprende átomos de gas, que tienen una electronegatividad de 3 o más en una escala de Allred-Rochow.

40 En ciertas realizaciones, el gas de cortina comprende átomos o moléculas de gas, que tienen afinidad para unir electrones. La afinidad electrónica de un átomo o molécula significa que se necesita energía para eliminar un electrón del átomo o molécula cargado negativamente.

En ciertas realizaciones, el gas de cortina está compuesto de una única especie de átomos de moléculas.

45 En ciertas realizaciones, el gas de cortina es una mezcla de gases que comprende más de una especie de átomos o moléculas.

En ciertas realizaciones, el gas de cortina es un gas molecular o una mezcla de gases que comprende un gas molecular, particularmente aire o CO<sub>2</sub>.

50 El uso de un gas de cortina que comprende átomos o moléculas con tendencia a unir electrones facilita ventajosamente una restricción espacial del chorro de plasma.

En ciertas realizaciones, el gas de alimentación es un gas noble, particularmente helio, argón o neón.

55 En ciertas realizaciones, el caudal de gas del gas de alimentación y/o del gas de cortina es inferior a 3 litros estándar/min, particularmente de 0,05 litros estándar/min a 1 litro estándar/min, más particularmente de 0,1 litros estándar/min a 1 litro estándar/min.

60 En ciertas realizaciones, el caudal de gas del gas de cortina es idéntico al caudal de gas del gas de alimentación.

En ciertas realizaciones, el caudal de gas del gas de cortina es diferente del caudal de gas del gas de alimentación.

65 En ciertas realizaciones, se aplica un voltaje de AC al primer electrodo, particularmente a una frecuencia en el intervalo de 100 Hz a 10 MHz, particularmente por encima de 16 kHz.

Ventajosamente, una frecuencia superior a 16 kHz está por encima del umbral auditivo humano, lo que reduce el ruido desagradable, particularmente cuando el método se usa, en ejemplos que no forman parte de la presente invención, para diagnóstico o tratamiento de pacientes, es decir, en un procedimiento médico endoscópico.

En ciertas realizaciones, se aplica una señal de voltaje al primer electrodo, particularmente una señal de voltaje sinusoidal, una señal de voltaje pulsada o una señal de voltaje cuadrática.

Un cuarto aspecto de la invención proporciona, como se define en la reivindicación 13, un método para manipular una cavidad, particularmente esterilizar o desinfectar una cavidad, en donde la cavidad no es una cavidad de un cuerpo humano o animal, y en donde se genera un chorro de plasma dentro de la cavidad por medio de un método para generar un chorro de plasma de acuerdo con el tercer aspecto de la invención, y en donde el chorro de plasma entra en contacto con una superficie interior de la cavidad, de tal manera que se manipula la superficie interior, particularmente esteriliza o desinfecta, mediante el chorro de plasma.

Un quinto aspecto de la invención proporciona, como se define en la reivindicación 14, el uso del dispositivo para generar un chorro de plasma de acuerdo con el primer aspecto de la invención en una cavidad para manipular, en particular esterilizar o desinfectar la cavidad, en donde la cavidad no es una cavidad de un cuerpo humano y/o animal.

La invención se ilustra adicionalmente mediante las siguientes figuras, de las que pueden extraerse realizaciones y ventajas adicionales. Se pretende que estos ejemplos ilustren la invención pero no que limiten su alcance.

- Fig. 1 muestra una sección transversal axial de un dispositivo para generar un chorro de plasma en una primera realización,
- Fig. 2 muestra una sección transversal radial del dispositivo para generar un chorro de plasma en la primera realización,
- Fig. 3 muestra una sección transversal axial de un dispositivo para generar un chorro de plasma en una segunda realización que comprende una parte aislante,
- Fig. 4 muestra una sección transversal radial del dispositivo para generar un chorro de plasma en la segunda realización.

La Fig. 1 muestra una sección transversal axial de un dispositivo 10 para generar un chorro de plasma P de acuerdo con la presente invención. El dispositivo 10 comprende un primer conducto 11 con forma de cilindro hueco, que está dispuesto alrededor de un eje longitudinal I, y un segundo conducto 12 con forma de cilindro hueco, en donde el segundo conducto 12 está dispuesto concéntricamente alrededor del primer conducto 11. El primer conducto 11 consiste de un primer capilar 23a que tiene una longitud L y un primer tubo 19a, en donde el primer capilar 23a está conectado al primer tubo 19a. El primer tubo 19a está adaptado para conectarse a un depósito de gas de alimentación, de tal manera que pueda proporcionarse un flujo de gas de alimentación F en el primer canal de flujo 15 formado por el primer conducto 11. El primer conducto 11 comprende una primera salida 13 en el extremo distal del primer capilar 23a con respecto a la conexión con el primer tubo 19a.

El dispositivo 10 comprende además un primer electrodo 17, que está colocado en la pared exterior del primer capilar 23a a una distancia axial de la primera salida 13, lo que evita la descarga disruptiva del primer electrodo 17 a una superficie, a la que se aplica el chorro de plasma P por medio del dispositivo 10. En una realización alternativa, el primer electrodo 17 tiene la misma longitud que el primer capilar 23a. El primer electrodo 17 está conectado eléctricamente a una fuente de voltaje 22 por medio de un conductor eléctrico 21 en forma de hilo, que está enrollado helicoidalmente alrededor del primer conducto 11 en una pluralidad de bobinados. Esta disposición proporciona flexibilidad a la sección flexible 19 del dispositivo y minimiza el campo eléctrico proporcionado por el conductor eléctrico 21 en el primer conducto 11.

El segundo conducto 12 consiste de un segundo capilar 23b, que está conectado al segundo tubo 19b. El segundo tubo 19b forma una sección flexible 19 del segundo conducto 12. El segundo tubo 19b está adaptado para ser conectado a un depósito de gas de cortina, de tal manera que pueda proporcionarse un flujo de gas de cortina C en un segundo canal de flujo 16 en el segundo conducto 12. A este respecto, el segundo canal de flujo 16 está dispuesto concéntricamente alrededor del primer canal de flujo 15.

El dispositivo 10 comprende además un segundo electrodo 18 dispuesto sobre la pared exterior del segundo capilar 23b, en donde el segundo electrodo 18 está conectado a tierra. El segundo electrodo 18 se caracteriza por un primer diámetro  $d_1$  en dirección radial.

Al aplicar un voltaje al primer electrodo 17, se genera un campo eléctrico entre el primer electrodo 17 y el segundo electrodo 18. Como resultado de un efecto límite, el campo eléctrico se extiende hacia una parte del primer conducto 11 cerca del borde proximal del primer electrodo 17 con respecto a la primera salida 13. Esto lleva a la

5 generación de un chorro de plasma P en el primer canal de flujo 15 si se proporciona un flujo de gas de alimentación F en el primer canal de flujo 15. Un flujo de gas de cortina C proporcionado en el segundo canal de flujo 16 sale de la segunda salida 14 y rodea el chorro de plasma P que sale de la primera salida 13. En particular, si se usa un gas de cortina electronegativo para proporcionar el flujo de gas de cortina C, el chorro de plasma P estará espacialmente confinado en la dirección radial como resultado del flujo de gas de cortina C.

10 La Fig. 2 muestra una sección transversal radial del dispositivo 10 mostrado en la Fig. 1 visto desde el lado de la primera salida 13 y la segunda salida 14. Se muestra la disposición concéntrica de la primera salida 13, la pared del primer conducto 11, el primer electrodo 17, la segunda salida 14, la pared del segundo conducto 12, y el segundo electrodo 18, desde el centro hacia la periferia.

15 La Fig. 3 muestra una sección transversal axial de un dispositivo 10 para generar un chorro de plasma P de la presente invención en una realización adicional. El dispositivo 10 está diseñado de manera análoga al dispositivo 10 mostrado en las Fig. 1 y 2, excepto que el dispositivo comprende además una parte aislante 20 que comprende un material eléctricamente aislante. La parte aislante 20 comprende una primera parte aislante 20a situada entre el primer electrodo 17 y la primera salida 13 en sentido axial, y entre la pared exterior del primer conducto 11 y la pared interior del segundo conducto 12 en la dirección radial. La parte aislante comprende además una segunda parte aislante 20b en forma de un recubrimiento del primer electrodo 17. La parte aislante 20 evita la descarga disruptiva del primer electrodo 17 a una superficie a la que se aplica el chorro de plasma P por medio del dispositivo 10.

20 La Fig. 4 muestra una sección transversal radial del dispositivo 10 representado en la Fig. 3 visto desde el lateral de la primera salida 13 y la segunda salida 14. La primera salida 13, la pared del primer conducto 11 y la primera parte aislante 20a están dispuestas concéntricamente. La primera parte aislante 20a comprende tres segundas salidas 14, que están dispuestas alrededor de la circunferencia de un círculo que tiene un segundo diámetro  $d_2$ . Las segundas salidas 14 están separadas por tres alas 24, que conectan la primera parte aislante 20a con la pared del segundo conducto 12. El segundo diámetro  $d_2$  corresponde al diámetro de la primera parte aislante 20a sin alas 24. El segundo electrodo 18 está dispuesto concéntricamente alrededor de la pared exterior del segundo conducto 12.

30 Las segundas salidas 14 están dispuestas de tal manera que el flujo de gas de cortina C proporcionado en el segundo canal de flujo 16 sale de las segundas salidas 14 y rodea por lo menos parcialmente el chorro de plasma P que sale de la primera salida 13, de tal manera que el chorro de plasma P se confina espacialmente en la dirección radial.

Lista de signos de referencia

10	dispositivo para generar un chorro de plasma
11	primer conducto
12	segundo conducto
13	primera salida
14	segunda salida
15	primer canal de flujo
16	segundo canal de flujo
17	primer electrodo
18	segundo electrodo
19	sección flexible
19a	primer tubo
19b	segundo tubo
20	parte aislante
20a	primera parte aislante
20b	segunda parte aislante
21	conductor eléctrico
22	fuelle de voltaje
23a	primer capilar
23b	segundo capilar
24	ala
P	chorro de plasma
F	flujo de gas de alimentación
C	flujo de gas de cortina
L	eje longitudinal

(continuación)

L	longitud
d <sub>1</sub>	primer diámetro
d <sub>2</sub>	segundo diámetro

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un dispositivo (10) para generar un chorro de plasma (P), que comprende un primer conducto (11), que comprende una primera salida (13), y un segundo conducto (12), que comprende por lo menos una segunda salida (14), en donde el primer conducto (11) está dispuesto dentro del segundo conducto (12), de tal manera que se proporciona un primer canal de flujo (15) dentro del primer conducto (11), y se proporciona un segundo canal de flujo (16) en el espacio entre los primer conducto (11) y el segundo conducto (12), y en donde el dispositivo (10) comprende un primer electrodo (17) y un segundo electrodo (18) para generar un campo eléctrico en un flujo de gas de alimentación (F) proporcionado en el primer canal de flujo (15) para generar un chorro de plasma (P) a partir del flujo de gas de alimentación (F), en donde el dispositivo (10) está adaptado para proporcionar un flujo de gas de cortina (C) en la segunda salida (14) que rodea el chorro de plasma (P) que emerge de la primera salida (13), en donde el primer electrodo (17) está colocado radialmente fuera del primer canal de flujo (15), en donde la distancia radial del segundo electrodo (18) desde un eje longitudinal (l) del primer conducto (11) es mayor que la distancia radial del primer electrodo (17) desde dicho eje longitudinal (l), **caracterizado porque** por lo menos una parte del segundo conducto (12) comprende una sección flexible (19), en donde la rigidez a la flexión de la sección flexible (19) es tal que la sección flexible (19) puede doblarse con un radio de flexión en el intervalo de 10 mm a 100 mm.
- 20 2. El dispositivo (10) para generar un chorro de plasma (P) de acuerdo con la reivindicación 1, **caracterizado porque** el primer electrodo (17) está colocado entre el primer canal de flujo (15) y el segundo canal de flujo (16).
- 25 3. El dispositivo (10) para generar un chorro de plasma (P) de acuerdo con la reivindicación 1 o 2, **caracterizado porque** la segunda salida (14) está dispuesta coaxialmente alrededor de la primera salida (13).
- 30 4. El dispositivo (10) para generar un chorro de plasma (P) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** la extensión radial máxima del segundo conducto (12) es de 10 mm o menos.
- 35 5. El dispositivo (10) para generar un chorro de plasma (P) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque**
- 40 a. el primer electrodo (17) está dispuesto a una distancia de la primera salida (13), en donde la distancia es igual a por lo menos la extensión radial máxima del primer conducto (11), y/o
- b. un material eléctricamente aislante (20) está colocado entre el primer electrodo (17) y la primera salida (13).
- 45 6. El dispositivo (10) para generar un chorro de plasma (P) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** el dispositivo (10) para generar un chorro de plasma (P) comprende además un conductor eléctrico (21) para conectar eléctricamente el primer electrodo (17) a una fuente de voltaje (22), en donde el conductor eléctrico (21)
- 50 a. se enrolla helicoidalmente alrededor del primer conducto (11) en una pluralidad de devanados, y/o
- b. está comprendido en un recubrimiento del primer conducto (11) o una malla que rodea el primer conducto (11).
- 55 7. El dispositivo (10) para generar un chorro de plasma (P) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizado porque** el dispositivo (10) para generar un chorro de plasma (P) comprende además un conductor eléctrico (21) para conectar eléctricamente el primer electrodo (17) a una fuente de voltaje (22), en donde el conductor eléctrico (21)
- 60 a. está colocado en paralelo al primer conducto (11), en donde el conductor eléctrico (21) comprende un material de protección, que está adaptado para proteger un campo eléctrico proporcionado por el conductor eléctrico (21), y/o
- 65 b. está comprendido en un recubrimiento del primer conducto (11) o una malla que rodea el primer conducto (11).
8. Un endoscopio, que comprende un dispositivo (10) para generar un chorro de plasma (P) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, de tal manera que puede generarse un chorro de plasma (P) en una cavidad por medio del dispositivo (10) para generar un chorro de plasma (P), cuando el endoscopio está por lo menos parcialmente insertado en la cavidad.
9. El endoscopio de acuerdo con la reivindicación 8, en donde el endoscopio comprende un dispositivo de detección y/o manipulación, particularmente una herramienta micromecánica, un dispositivo óptico o un canal de líquido adaptado para proporcionar un líquido en un extremo proximal del endoscopio, en donde el dispositivo de detección y/o manipulación está colocado o puede colocarse en el primer conducto (11) del dispositivo (10) para generar un chorro de plasma (P).
10. Un método para generar un chorro de plasma (P) por medio de un dispositivo (10) para generar un chorro de plasma (P) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7, en donde

- se proporciona un flujo de gas de alimentación (F) de un gas de alimentación en el primer canal de flujo (15),
  - se genera un campo eléctrico en el flujo de gas de alimentación (F) aplicando un voltaje entre el primer electrodo (17) y el segundo electrodo (18), de tal manera que se genera un chorro de plasma (P) a partir del flujo de gas de alimentación (F) por medio del campo eléctrico,
  - en la segunda salida (14) se proporciona un flujo de gas de cortina (C) de un gas de cortina que rodea el chorro de plasma (P) que emerge de la primera salida (13).
- 5
- 10 11. El método para generar un chorro de plasma (P) de acuerdo con la reivindicación 10, en donde el gas de cortina comprende O<sub>2</sub>, Cl<sub>2</sub>, F<sub>2</sub> o CO<sub>2</sub>, particularmente O<sub>2</sub> o CO<sub>2</sub>, más particularmente CO<sub>2</sub>.
- 15 12. El método para generar un chorro de plasma (P) de acuerdo con la reivindicación 10 o 11, en donde el caudal de gas del gas de alimentación y/o del gas de cortina es de menos de 3 litros estándar/min, en particular de 0,05 litros estándar/min a 1 litro estándar/min, más particularmente de 0,1 litros estándar/min a 1 litro estándar/min.
- 20 13. Un método para manipular una cavidad, en donde se genera un chorro de plasma (P) en el interior de la cavidad por medio de un método para generar un chorro de plasma (P) de acuerdo con una de las reivindicaciones 10 a 12, y en donde una superficie interior de la cavidad entra en contacto con el chorro de plasma (P), de tal manera que la superficie interior se manipula por medio del chorro de plasma (P), en donde la cavidad no es una cavidad de un cuerpo humano o animal.
14. El uso del dispositivo para generar un chorro de plasma (P) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 7 en una cavidad para manipular la cavidad, en donde la cavidad no es una cavidad de un cuerpo humano o animal.



Fig. 3

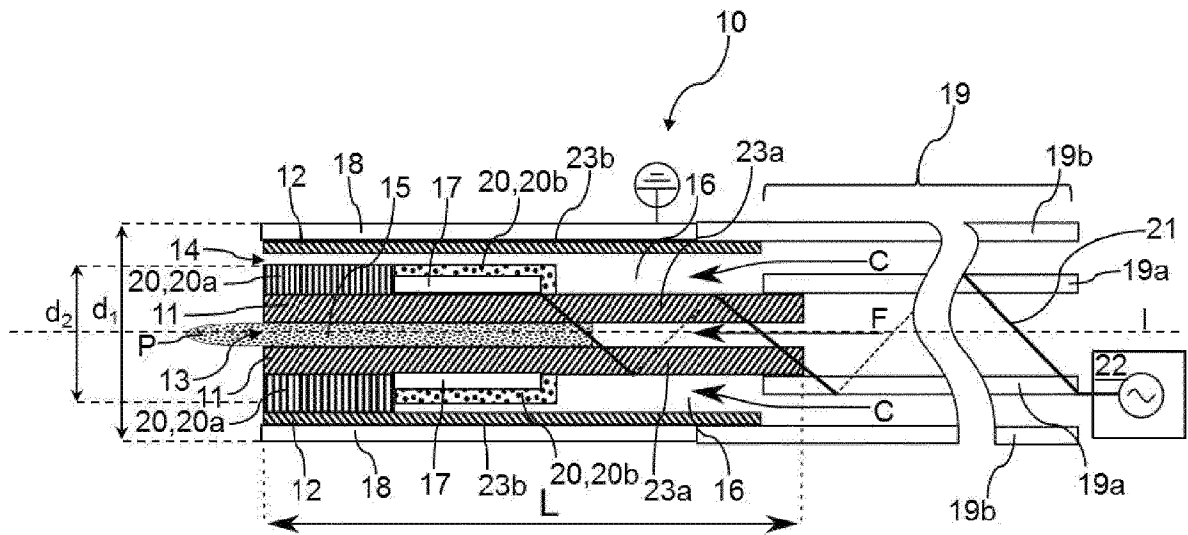


Fig. 4

