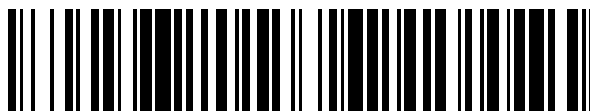


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 558 683**

51 Int. Cl.:

H05H 1/34 (2006.01)

H05H 1/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.07.2006 E 06762496 (5)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.10.2015 EP 1905285**

54 Título: **Dispositivo quirúrgico de plasma**

30 Prioridad:

08.07.2005 SE 0501603

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

08.02.2016

73 Titular/es:

**PLASMA SURGICAL AB (50.0%)
Bergfotsgatan 5
431 35 Mölndal, SE y
PLASMA SURGICAL INVESTMENTS LIMITED
(50.0%)**

72 Inventor/es:

**SUSLOV, NICKOLAY y
RUBINER, IGOR**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 558 683 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 quirúrgico de plasma

Reivindicación de prioridad

5 Esta solicitud reivindica prioridad de una solicitud de patente sueca N° 0501603-5 presentada el 08 de julio de 2005.
Campo de la invención

10 La presente invención se refiere a un dispositivo quirúrgico de plasma compuesto por un dispositivo generador de plasma, donde el dispositivo generador de plasma comprende un ánodo, un cátodo y al menos un electrodo intermedio, donde dicho electrodo intermedio está dispuesto al menos parcialmente entre dicho ánodo y dicho cátodo, y dicho electrodo intermedio y dicho ánodo forman al menos una parte de un canal de plasma que tiene una abertura en dicho ánodo.

15 Antecedentes técnicos

Dispositivos de plasma se refieren a los dispositivos que están dispuestos para generar un plasma gas. Se conoce el uso de dispositivos de plasma, como WO 2004/105450 (Bijker et al.) en aplicaciones industriales. WO 2004/105450 da a conocer una fuente de cascada provista de una envoltura para un cátodo, un número de placas de cascada aisladas que juntas se unen a un canal de plasma, y una placa ánodo con una abertura de salida conectada al canal de plasma. Otros dispositivos de plasma como plasma gas se pueden usar, por ejemplo, en cirugía para causar destrucción (disección) y/o coagulación de tejidos biológicos.

20 Como regla, dichos dispositivos de plasma están formados con un extremo largo y estrecho o similar que puede aplicarse fácilmente a un área deseada a tratar, como un tejido que sangra. En la punta del dispositivo, está presente un plasma gas, cuya alta temperatura permite el tratamiento del tejido adyacente a la punta. WO 2004/030551 (Suslov) da a conocer un dispositivo quirúrgico de plasma según el estado anterior de la técnica.

30 Este dispositivo comprende un sistema generador de plasma con un ánodo, un cátodo y un canal de suministro de gas para suministrar gas al sistema generador de plasma. Además el sistema generador de plasma comprende una pluralidad de electrodos que se disponen entre dichos cátodo y ánodo. Una envoltura de un material eléctricamente conductor que está conectado al ánodo encierra al sistema generador de plasma y forma el canal de suministro de gas.

35 Debido a los avances recientes en tecnología quirúrgica, la conocida como cirugía laparoscópica (ojo de cerradura) se está utilizando más a menudo. Esto implica, por ejemplo, una mayor necesidad de dispositivos con dimensiones pequeñas para permitir la accesibilidad sin una cirugía de gran extensión. Los instrumentos pequeños también son ventajosos en las operaciones quirúrgicas para lograr una buena precisión.

40 También es deseable poder mejorar la precisión del chorro de plasma de tal manera que, por ejemplo, puedan ser afectadas por el calor áreas más pequeñas. Asimismo es deseable poder obtener un dispositivo generador de plasma que proporcione una acción limitada de calor alrededor del área que se debe tratar.

45 Por lo tanto, existe la necesidad de mejores dispositivos de plasma, en particular dispositivos de plasma con pequeñas dimensiones y de gran precisión que puedan producir un plasma de alta temperatura.

Resumen de la invención

50 Un objetivo de la presente invención es proporcionar un dispositivo quirúrgico de plasma.

Según la invención, se proporciona un dispositivo quirúrgico de plasma como el definido en la reivindicación 1. Según la invención, el dispositivo generador de plasma comprende al menos un canal de refrigeración que está dispuesto con al menos una abertura de salida ubicada más allá de, en la dirección del cátodo al ánodo, dicho al menos un electrodo intermedio, y la dirección del canal de dicho canal de refrigeración en dicha abertura de salida tiene un componente direccional, que es el mismo que el de la dirección del canal del canal de plasma en la abertura de éste.

60 Esta construcción del dispositivo generador de plasma permite que un refrigerante, que está adaptado para fluir en el canal de refrigeración, fluya hacia fuera por el extremo del dispositivo generador de plasma en las proximidades de la abertura del canal de plasma. Una ventaja lograda por esta disposición es que se puede usar un refrigerante que fluya hacia fuera a través de una salida del canal de refrigeración para apantallar y restringir un chorro de plasma que es emitido a través de la salida del canal de plasma que se abre en el ánodo. El apantallamiento y la restricción del chorro de plasma permiten, entre otras cosas, ventajas en el tratamiento sobre todo de áreas pequeñas puesto que se pueden limitar las propagaciones activadas del chorro generador de plasma.

También es posible utilizar el refrigerante fluyendo hacia fuera para enfriar un objeto afectado por el chorro de plasma. Enfriar el objeto que debe ser tratado puede, por ejemplo, ser adecuado para proteger las regiones que rodean el área de tratamiento.

5 Por ejemplo, el chorro de plasma puede ser apantallado en su dirección longitudinal para que haya un calor sustancialmente bajo en un lado de la pantalla y un calor sustancialmente alto en el otro lado de la pantalla. De esta manera, se obtiene una posición sustancialmente distinta del chorro de plasma, en la dirección del flujo del chorro de plasma, donde se afecta el objeto a tratar, lo que puede proporcionar mayor precisión en el funcionamiento del dispositivo generador de plasma.

10 Análogamente, el refrigerante fluyendo hacia fuera puede proporcionar apantallamiento del chorro de plasma en la dirección radial con respecto a la dirección del flujo del chorro de plasma. El apantallamiento en la dirección radial de esta manera permite que una superficie relativamente pequeña pueda ser afectada por el calor en el tratamiento. El apantallamiento en la dirección lateral, con respecto a la dirección del flujo del plasma, también puede permitir que las áreas alrededor de la región tratada puedan al mismo tiempo ser enfriadas por el refrigerante fluyendo hacia fuera y así verse afectadas en una medida relativamente pequeña por el calor del chorro de plasma.

15 Los dispositivos generadores de plasma del estado anterior de la técnica tienen generalmente un sistema de refrigeración cerrado para enfriar el dispositivo generador de plasma en funcionamiento. Dicho sistema de refrigeración cerrado está a menudo organizado por el refrigerante que fluye por un camino en el dispositivo generador de plasma y vuelve por otro camino. Esto causa a menudo recorridos de flujo relativamente largos. Un inconveniente de los recorridos de flujo largos es que los canales de flujo para el refrigerante se deben hacer con frecuencia relativamente grandes para evitar caídas de presión grandes. Esto significa a su vez que los canales de flujo ocupan espacio que afecta las dimensiones externas del dispositivo generador de plasma.

20 Otra ventaja de la invención es que las caídas de presión en el canal de refrigeración se pueden reducir en comparación, por ejemplo, con los sistemas de refrigeración cerrados y circulantes. Consecuentemente la sección transversal del canal de refrigeración se puede mantener relativamente pequeña, lo que significa que también se pueden reducir las dimensiones externas del dispositivo generador de plasma. Las dimensiones reducidas del dispositivo generador de plasma son a menudo deseables en relación, por ejemplo, con el uso en regiones de espacio limitado o en el funcionamiento que requiere una gran precisión. Convenientemente el extremo del dispositivo generador de plasma próximo al ánodo ("el extremo ánodo del dispositivo") tiene una dimensión externa que es menor de 10 mm, preferentemente menor de 5 mm. En una realización alternativa, la dimensión externa del dispositivo generador de plasma es igual o inferior a 3 mm. El extremo ánodo del dispositivo tiene preferentemente una geometría externa circular.

25 Por lo tanto, la invención permite que el refrigerante que está adaptado al flujo a través del canal de refrigeración se pueda utilizar para enfriar el dispositivo generador de plasma en funcionamiento, apantallar y limitar la propagación del chorro de plasma y enfriar las regiones que rodean el área afectada por el chorro de plasma. Sin embargo, se apreciará que, dependiendo de la aplicación, es posible usar campos individuales de aplicación o varios de estos campos de aplicación.

30 Para permitir que el refrigerante del canal de refrigeración fluya hacia fuera en las inmediaciones del chorro de plasma, es ventajoso disponer la abertura de salida del canal de refrigeración al lado y espaciada de la abertura del canal de plasma.

35 En una realización, la abertura del canal de refrigeración está dispuesta en el ánodo.

40 Disponiendo la abertura de salida del canal de refrigeración y la abertura del canal de plasma próximas entre sí, el extremo del dispositivo generador de plasma tiene en las inmediaciones del ánodo una boquilla con al menos dos salidas para la descarga del refrigerante y el plasma, respectivamente. Es conveniente dejar que el canal de refrigeración se extienda a lo largo de todo el ánodo, o partes del ánodo, para permitir también un enfriamiento del ánodo en el funcionamiento. En una realización, la salida del canal de refrigeración está dispuesta en el mismo nivel que, o delante de, en la dirección del cátodo al ánodo, la salida del canal de plasma en el ánodo.

45 La extensión principal del canal de refrigeración es convenientemente sustancialmente paralela a dicho canal de plasma. Al disponer el canal de refrigeración paralelo al canal de plasma, es posible proporcionar, por ejemplo, un dispositivo generador de plasma compacto y estrecho. El canal de refrigeración consiste adecuadamente en un canal de circulación cuya extensión principal se dispone en la dirección longitudinal del canal de plasma. Con un diseño así, el refrigerante puede, por ejemplo, ser suministrado en un extremo del dispositivo generador de plasma de modo que fluya hacia fuera en el extremo opuesto próximo al ánodo.

50 Dependiendo de las propiedades deseables del dispositivo generador de plasma, una porción de salida del canal de refrigeración se puede dirigir y colocar en ángulo de diferentes maneras adecuadas. En una realización del dispositivo generador de plasma, la dirección del canal del canal de refrigeración en la abertura de salida se puede extender, en la dirección del cátodo al ánodo, en un ángulo entre +30 y -30 grados en relación con la dirección de

- canal de dicho canal de plasma en la abertura de éste. Eligiendo ángulos diferentes para distintos dispositivos generadores de plasma, el chorro de plasma puede ser así apantallado y restringido de diversas maneras en su dirección longitudinal y transversalmente a su dirección longitudinal. Las variaciones adecuadas indicadas antes de la dirección del canal del canal de refrigeración en relación con la dirección del canal del canal de plasma son tales que un ángulo de 0 grados corresponde al hecho de que las direcciones de canal de ambos canales son paralelas.
- En el caso de que se desee una restricción en la dirección lateral, radialmente transversalmente a la dirección longitudinal del canal de plasma, del chorro de plasma, la dirección del canal del canal de refrigeración en dicha abertura de salida se puede extender, en la dirección del cátodo al ánodo, sustancialmente paralela a la dirección del canal de dicho canal de plasma en la abertura de éste.
- En otra realización, puede ser deseable una menor restricción radial transversalmente a la dirección longitudinal del canal de plasma. Para una realización alternativa, por ejemplo, la dirección del canal del canal de refrigeración en dicha abertura de salida se puede extender, en la dirección del cátodo al ánodo, en un ángulo hacia fuera de la dirección del canal de dicho canal de plasma en la abertura de éste.
- En otra realización alternativa, la dirección del canal del canal de refrigeración en dicha abertura de salida se puede extender, en la dirección del cátodo al ánodo, en un ángulo hacia la dirección del canal de dicho canal de plasma en la abertura de éste. Esta realización permite, por ejemplo, que el chorro de plasma se pueda restringir, mediante el refrigerante fluyendo hacia fuera, tanto en la dirección lateral a la dirección del flujo del chorro de plasma como en la dirección longitudinal de la dirección de flujo del chorro de plasma.
- Se apreciará que una porción de salida del canal de refrigeración se puede disponer de diversas maneras dependiendo de las propiedades y el comportamiento que se deseen en el dispositivo generador de plasma. También se apreciará que el dispositivo generador de plasma se puede proporcionar con una pluralidad de tales porciones de salida. Una pluralidad de tales porciones de salida se puede dirigir y colocar en ángulo de manera similar. Sin embargo, también es posible disponer una pluralidad de diferentes porciones de salida con diferentes direcciones y ángulos con relación a la dirección del canal del canal de plasma en la abertura de éste.
- El dispositivo generador de plasma también se puede proporcionar con uno o más canales de refrigeración. Por otra parte cada canal de refrigeración de ese tipo, se puede proporcionar con una o más porciones de salida.
- En el uso, el canal de refrigeración es preferentemente recorrido por un refrigerante que fluye del cátodo al ánodo. Como refrigerante, preferentemente se hace uso del agua, aunque son posibles otros tipos de líquidos. El uso de un refrigerante adecuado permite que el calor emitido por el dispositivo generador de plasma en funcionamiento pueda ser absorbido y extraído.
- Para proporcionar un enfriamiento eficaz del dispositivo generador de plasma, puede ser ventajoso que una parte de dicho canal de refrigeración se extienda a lo largo de dicho al menos un electrodo intermedio. Al permitir que el refrigerante en el canal de refrigeración fluya en contacto directo con el electrodo intermedio, se logra por lo tanto una buena transferencia de calor entre el electrodo intermedio y el refrigerante. Para un enfriamiento adecuado de las piezas grandes del electrodo intermedio, una parte de dicho canal de refrigeración se puede extender a lo largo de la periferia externa de dicho al menos un electrodo intermedio. Por ejemplo, el canal de refrigeración rodea la periferia externa de dicho al menos un electrodo intermedio.
- En una realización, un manguito final del dispositivo generador de plasma, donde dicho manguito final está preferentemente conectado al ánodo, constituye parte de una superficie límite colocada radialmente hacia fuera del canal de refrigeración. En otra realización alternativa, dicho al menos un electrodo intermedio constituye parte de una superficie límite colocada radialmente hacia dentro del canal de refrigeración. Empleando estas partes de la estructura del dispositivo generador de plasma como parte de las superficies límite del canal de refrigeración, se puede obtener una buena transferencia de calor entre el refrigerante y las piezas adyacentes que se calientan en funcionamiento. Además las dimensiones del dispositivo generador de plasma se pueden reducir mediante el uso de porciones separadas del canal de refrigeración que son reducidas.
- Es ventajoso disponer el canal de refrigeración para que, cuando esté en uso, sea recorrido por una cantidad de refrigerante entre 1 y 5 ml/s. Dichas velocidades de flujo son especialmente ventajosas en aplicaciones quirúrgicas en las que velocidades de flujo mayores pueden ser perjudiciales para el paciente.
- Para permitir que el refrigerante sea distribuido alrededor del chorro de plasma, puede ser ventajoso que se provea de al menos un canal de refrigeración con al menos dos salidas, preferentemente al menos cuatro salidas. Además el dispositivo generador de plasma se puede proveer adecuadamente de una pluralidad de canales de refrigeración. La cantidad de canales de refrigeración y la cantidad de salidas puede variar opcionalmente, dependiendo del campo de aplicación y de las propiedades deseadas del dispositivo generador de plasma.
- Según la invención, se proporciona un dispositivo quirúrgico de plasma que comprende un dispositivo generador de plasma como el descrito antes. Dicho dispositivo quirúrgico de plasma del tipo descrito en este documento se puede

usar adecuadamente para la destrucción o la coagulación de tejido biológico. Además, dicho dispositivo quirúrgico de plasma se puede usar de manera ventajosa en cirugía cardíaca o cerebral. Alternativamente dicho dispositivo quirúrgico de plasma se puede usar ventajosamente en cirugía de hígado, de bazo, de riñón o en el tratamiento de la piel en cirugía plástica y cosmética.

5 Breve descripción de las figuras

La invención se describirá ahora en más detalle con referencia a los dibujos esquemáticos acompañantes que a modo de ejemplo ilustran actualmente las realizaciones preferidas de la invención.

10 La figura 1a es una vista de una sección transversal de una realización de un dispositivo generador de plasma según la invención;
 La figura 1b es una ampliación parcial de la realización de acuerdo con la figura 1a;
 15 La figura 2a es una vista de una sección transversal de una realización alternativa del dispositivo generador de plasma;
 La figura 2b es una vista del plano frontal del dispositivo generador de plasma de acuerdo con la figura 2a;
 La figura 2c es una vista del plano frontal de una realización alternativa del dispositivo generador de plasma de acuerdo con la figura 2a; y
 20 La figura 3 es una vista de una sección transversal de otra realización alternativa de un dispositivo generador de plasma.

Descripción de las realizaciones preferidas

25 La figura 1a muestra una sección transversal de una realización de un dispositivo generador de plasma 1 según la invención. La sección transversal de la figura 1 se toma a través del centro del dispositivo generador de plasma 1 en su dirección longitudinal. El dispositivo comprende un manguito final alargado 3 que aloja un sistema generador de plasma para generar plasma que se descarga en el extremo del manguito final 3. El plasma generado se puede utilizar, por ejemplo, para detener hemorragias en tejidos, vaporizar tejidos, cortar tejidos, etc.

30 El dispositivo generador de plasma 1 de acuerdo con la figura 1a comprende un cátodo 5, un ánodo 7 y una cantidad de electrodos 9', 9", 9''' dispuestos entre el ánodo y el cátodo, denominados en este texto electrodos intermedios. Los electrodos intermedios 9', 9", 9''' son anulares y forman parte de un canal de plasma 11 que se extiende desde una posición delante del cátodo 5 y después hacia y a través del ánodo 7. El extremo de entrada del canal de plasma 11 es el extremo más cercano al cátodo 5; el canal de plasma se extiende a través del ánodo 7 donde se dispone su abertura de salida. Un plasma está diseñado para ser calentado en el canal de plasma 11 para finalmente salir por la abertura del canal de plasma en el ánodo 7. Los electrodos intermedios 9', 9", 9''' están aislados y separados entre sí por un medio aislante anular 13', 13", 13'''. La forma de los electrodos intermedios 9', 9", 9''' y las dimensiones del canal de plasma 11 se pueden ajustar a cualquier propósito deseado. La cantidad de electrodos intermedios 9', 9", 9''' también se puede variar opcionalmente. La realización que se muestra en la figura 35 1a cuenta con tres electrodos intermedios 9', 9", 9'''.

En la realización que se muestra en la figura 1a, el cátodo 5 está formado como un elemento cilíndrico alargado. Preferentemente el cátodo 5 está hecho de tungsteno con aditivos opcionales, como lantano. Dichos aditivos se pueden usar, por ejemplo, para bajar la temperatura que se produce en el extremo del cátodo 5.

45 Además el extremo 15 del cátodo 5 que se dirige al ánodo 7 tiene una porción final que se afina progresivamente. Esta porción que se afina progresivamente 15 forma convenientemente una punta colocada en el extremo del cátodo, como se muestra en la figura 1a. La punta del cátodo 15 es adecuadamente de forma cónica. La punta del cátodo 15 puede también consistir en una parte de un cono o tener formas alternativas con una geometría que se afine progresivamente hacia el ánodo 7.

El otro extremo del cátodo 5 que se dirige hacia fuera del ánodo 7 está conectado a un conductor eléctrico para ser conectado a una fuente de energía eléctrica. El conductor está convenientemente rodeado por un aislador. (El conductor no se muestra en la figura 1a).

55 Conectado al extremo de entrada del canal de plasma 11, se dispone una cámara de plasma 17, que tiene una superficie de sección transversal, transversalmente a la dirección longitudinal del canal de plasma 11, que excede la superficie de sección transversal del canal de plasma 11 en el extremo de entrada de éste. La cámara de plasma 17 que se muestra en la figura 1a es de sección transversal circular, transversalmente a la dirección longitudinal del canal de plasma 11, y tiene una magnitud L_{ch} en la dirección longitudinal del canal de plasma 11 que corresponde aproximadamente al diámetro de la D_{ch} de la cámara de plasma 17. La cámara de plasma 17 y el canal de plasma 11 están dispuestos sustancialmente concéntricos entre sí. El cátodo 5 se extiende en la cámara de plasma 17 al menos la mitad de la longitud L_{ch} de éste y el cátodo 5 se dispone sustancialmente concéntrico con la cámara de plasma 17. La cámara de plasma 17 consta de un rebajo formado por el primer electrodo intermedio 9' que está ubicado próximo al cátodo 5.

La figura 1a también muestra un elemento aislante 19 que se extiende a lo largo y alrededor de partes del cátodo 5. El elemento aislante 19 está formado adecuadamente como un manguito cilíndrico alargado y el cátodo 5 está parcialmente posicionado en un agujero circular que se extiende a través del elemento aislante tubular 19. El cátodo 5 está sustancialmente centrado en el agujero pasante del elemento aislante 19. Además el diámetro interno del elemento aislante 19 excede ligeramente el diámetro externo del cátodo 5, formando así una distancia entre la superficie circunferencial externa del cátodo 5 y la superficie interna del agujero circular del elemento aislante 19.

Preferentemente el elemento aislante 19 está hecho de un material resistente a la temperatura, como la cerámica, material plástico resistente a la temperatura o similar. El elemento aislante 19 está destinado a proteger las piezas adyacentes del dispositivo generador de plasma de las altas temperaturas que se pueden producir, por ejemplo, alrededor del cátodo 5, en particular alrededor de la punta 15 del cátodo.

El elemento aislante 19 y el cátodo 5 se disponen entre sí de modo que el extremo 15 del cátodo 5 que se dirige al ánodo se proyecte más allá de una cara final 21, que se dirige al ánodo 7, del elemento aislante 19. En la realización que se muestra en la figura 1a, aproximadamente la mitad de la punta que se afina progresivamente 15 del cátodo 5 se proyecta más allá de la cara final 21 del elemento aislante 19.

Una pieza de suministro de gas (no se muestra en la figura 1a) está conectada a la pieza generadora de plasma. El gas suministrado al dispositivo generador de plasma 1 consiste ventajosamente en el mismo tipo de gases que se utilizan como el gas generador de plasma en los instrumentos del estado anterior de la técnica, por ejemplo gases inertes, como argón, neón, xenón, helio, etc. El gas generador de plasma se deja fluir a través de la pieza de suministro de gas y en el espacio dispuesto entre el cátodo 5 y el elemento aislante 19. Consecuentemente, el gas generador de plasma fluye a lo largo del cátodo 5 dentro del elemento aislante 19 hacia el ánodo 7. A medida que el gas generador de plasma pasa el extremo 21 del elemento aislante 19, el gas se pasa a la cámara de plasma 17.

El dispositivo generador de plasma 1 comprende además uno o más canales de refrigeración 23 que se abren en el manguito final alargado 3. Los canales de refrigeración 23 están parcialmente hechos adecuadamente en una sola pieza con una envoltura (que no se muestra) que está conectada al manguito final 3. El manguito final 3 y la envoltura se pueden interconectar, por ejemplo, mediante un empalme roscado, pero también son concebibles otros métodos de conexión, tales como soldadura, soldadura en barra, etc. Por otra parte el manguito final tiene convenientemente una dimensión exterior que es menor de 10 mm, preferentemente menor de 5 mm, en particular entre 3 mm y 5 mm. Al menos una porción de la envoltura situada junto al manguito final tiene adecuadamente una forma y una dimensión externas que corresponden sustancialmente a la dimensión externa del manguito final. En la realización del dispositivo generador de plasma que se muestra en la figura 1a, el manguito final tiene una sección transversal circular transversalmente a su dirección longitudinal.

Los canales de refrigeración 23 constan adecuadamente de canales de flujo pasantes que se extienden a través del dispositivo y se abren en el ánodo 7 o en su proximidad. Además las piezas de dichos canales de refrigeración 23 se pueden formar, por ejemplo, por extrusión de la envoltura o trabajo mecánico de la envoltura. Sin embargo, se apreciará que las partes del canal de refrigeración 23 también pueden estar formadas por una o más piezas que están separadas de la envoltura y dispuestas dentro de la envoltura.

El dispositivo generador de plasma 1 se puede proporcionar con un canal de refrigeración 23 que esté provisto de una o más aberturas de salida 25. Alternativamente, el dispositivo generador de plasma 1 se puede proporcionar con múltiples canales de refrigeración 23, cada uno de los cuales se puede proporcionar con una o más aberturas de salida 25. Cada canal de refrigeración 23 también se puede dividir en varias porciones de canal que se combinan en una porción de canal común, donde dicha porción común del canal se puede proporcionar con una o más aberturas de salida 25. También es posible utilizar todos o algunos de los canales 23 para otros fines. Por ejemplo, se pueden disponer tres canales 23, dos para que el refrigerante pase por ellos y uno para aspirar líquidos, o similares, de un área quirúrgica etc.

En la realización que se muestra en la figura 1a, una parte del canal de refrigeración 23 se extiende a través del manguito final 3 y alrededor de los electrodos intermedios 9', 9'', 9'''. El canal de refrigeración 23 de acuerdo con la figura 1a está provisto de una pluralidad de aberturas de salida 25.

Además las aberturas de salida 25 del canal de refrigeración 23 están dispuestas más allá, en la dirección del cátodo 5 al ánodo 7, de los electrodos intermedios 9', 9'', 9'''. En la realización que se muestra en la figura 1a, el canal de refrigeración 23 se extiende a través del manguito final 3 y el ánodo 7. Además la dirección del canal del canal de refrigeración 23 en las aberturas de salida 25 tiene un componente direccional, que es el mismo que el de la dirección del canal del canal de plasma 11 en la abertura de éste. De acuerdo con la figura 1a, se muestran estas dos aberturas de salida 25. Preferentemente el dispositivo generador de plasma 1 se proporciona con cuatro o más aberturas de salida 25.

Los canales de refrigeración 23 se pueden utilizar parcialmente para enfriar el dispositivo generador de plasma 1 en funcionamiento. Como refrigerante, preferentemente se hace uso del agua, aunque son posibles otros tipos de líquidos. Para proporcionar enfriamiento, una porción del canal de refrigeración 23 está dispuesta de modo que el

refrigerante se suministra al manguito final 3 y fluye entre los electrodos intermedios 9', 9", 9''' y la pared interna del manguito final 3. Cuando el dispositivo está en funcionamiento, se prefiere dejar que una cantidad de flujo de 1-5 ml/s fluya a través del dispositivo generador de plasma 1. La cantidad de flujo del refrigerante puede, sin embargo, variarse opcionalmente dependiendo de factores como temperatura de funcionamiento, propiedades de funcionamiento deseadas, ámbito de aplicación, etc. En las aplicaciones quirúrgicas, la velocidad de flujo del refrigerante es típicamente entre 1 y 3 ml/s y la temperatura del refrigerante que fluye a través de la abertura de salida 25 es habitualmente entre 25 y 40 °C.

El refrigerante destinado a fluir a través de los canales de refrigeración 25 también se puede usar para apantallar el chorro de plasma y restringir el intervalo del chorro de plasma que es emitido a través de la salida del canal de plasma 11 en el ánodo 7. El refrigerante también se puede usar para enfriar áreas adyacentes a una región, de un objeto, afectada por el chorro de plasma.

En la realización que se muestra en la figura 1a, la dirección del canal del canal de refrigeración 23 en las aberturas de salida 25 se dirige en un ángulo α hacia el centro de la dirección longitudinal del canal de plasma 11.

Las porciones de salida dirigidas permiten que el chorro de plasma generado en funcionamiento pueda ser apantallado en su dirección longitudinal por el refrigerante que fluye a través de las aberturas de salida 25 del canal de refrigeración 23. Como resultado, un operador que opere el dispositivo puede obtener una posición esencialmente distinta en la que el chorro de plasma estará activo. Delante de esta posición, se produce adecuadamente poco efecto del chorro de plasma. En consecuencia, esto permite una buena precisión, por ejemplo, en cirugía y otros campos de aplicación que requieran precisión. Al mismo tiempo, el refrigerante descargado a través de la abertura de salida 25 de un canal de refrigeración 23 puede proporcionar un efecto de apantallamiento en la dirección lateral radialmente hacia fuera del centro del chorro de plasma. Debido a dicho apantallamiento, una superficie limitada puede ser afectada localmente por el calor, y las áreas enfriadas del objeto tratado, fuera de la zona afectada por el calor del plasma, son afectadas en un grado relativamente pequeño por el chorro de plasma.

Las figuras 2a-3 ilustran realizaciones alternativas de un dispositivo generador de plasma 1. Las diferencias importantes entre estas realizaciones y la realización de acuerdo con la figura 1a se describen a continuación.

En la realización que se muestra en la figura 2a, la dirección del canal del canal de refrigeración 123 en las aberturas de salida 125 está dispuesta sustancialmente paralela a la dirección longitudinal del canal de plasma 111. En este caso, se obtiene principalmente el apantallamiento del chorro de plasma en la dirección radial con respecto a la línea central del canal de plasma 111.

La figura 3 muestra otra realización alternativa de un dispositivo generador de plasma 201. En la realización que se muestra en la figura 3, la dirección del canal del canal de refrigeración 223 en las aberturas de salida 225 se dirige en un ángulo β hacia fuera del centro de la dirección longitudinal del canal de plasma 211. Esto resulta en apantallamiento que aumenta en distancia, en relación con la línea central del canal de plasma 211, con un aumento de la distancia desde el ánodo 207 y, por tanto, la salida del canal de plasma 211.

Se apreciará que las realizaciones de acuerdo con las figuras 1-3 se pueden combinar para dar realizaciones adicionales. Por ejemplo, diferentes salidas se pueden dirigir y colocar en ángulos diferentes en relación con la dirección longitudinal del canal de plasma 23; 123; 223. Por ejemplo, es posible proporcionar un dispositivo generador de plasma 1; 101; 201 con dos porciones de salida que se dirigen paralelas al canal de plasma 11; 111; 211 y dos porciones de salida que se dirijan hacia el centro de la dirección longitudinal del canal de plasma 11; 111; 211. Las variaciones con respecto al ángulo y la dirección de la dirección del canal del canal de refrigeración 23; 123; 223 en las aberturas de salida 25; 125; 225, se pueden combinar opcionalmente dependiendo de las propiedades deseadas del dispositivo generador de plasma 1; 101; 201.

También es posible variar el ángulo de la dirección del canal en las porciones de salida 25; 125; 225 en relación con la dirección longitudinal del canal de plasma 11; 111; 211. Preferentemente, las porciones de salida están dispuestas en un ángulo α , β de ± 30 grados en relación con la dirección longitudinal del canal de plasma 11; 111; 211. En la realización que se muestra en la figura 1a las porciones de salida están dispuestas en un ángulo α de + 10 grados con respecto a la dirección longitudinal del canal de plasma 11; 111; 211. Para el dispositivo generador de plasma que se muestra en la figura 1a, un ángulo α de 10° significa que el refrigerante que fluye a través de la abertura del canal de refrigeración intersectará el centro de la dirección longitudinal del canal de plasma aproximadamente 8-10 mm delante de la salida del canal de plasma en el ánodo.

En la realización que se muestra en la figura 3, las porciones de salida están dispuestas en un ángulo β de -10 grados en relación con la dirección longitudinal del canal de plasma 11; 111; 211.

Las figuras 2b-2c son vistas frontales de diferentes realizaciones del dispositivo generador de plasma 101 en la figura 2a. La figura 2b muestra un diseño en el que las aberturas de salida 125 de las porciones de salida están dispuestas al lado y espaciadas de la salida del canal de plasma 111 en el ánodo. En la realización que se muestra en la figura 2b, las aberturas de salida 125 están formadas como ocho entradas circulares que comunican con el

canal de refrigeración 123. Es posible disponer opcionalmente más o menos de ocho entradas circulares dependiendo de las propiedades y el comportamiento deseables del dispositivo generador de plasma 101. También es posible variar el tamaño de las entradas circulares.

5 La figura 2c muestra un diseño alternativo de las aberturas de salida 125 del canal de refrigeración 123. La figura 2c es una vista frontal del dispositivo generador de plasma 101 en la figura 2a. En la realización que se muestra en la figura 2c, las aberturas de salida 125 están formadas como cuatro entradas en arco que comunican con el canal de refrigeración.

10 Se apreciará que las aberturas de salida 125 del canal de refrigeración 123 se pueden diseñar opcionalmente con un número de geometrías y tamaños alternativos. La superficie de sección transversal de las aberturas de salida puede ser típicamente de 0.50 y 2.0 mm², preferentemente de 1 a 1.5 mm².

15 Es evidente que estos diferentes diseños de las aberturas de salida 25; 125; 225 también se pueden utilizar para las realizaciones del dispositivo generador de plasma como se muestra en las figuras 1a-b y 3.

20 La descripción siguiente se refiere a las figuras 1a-b. Las condiciones y dimensiones establecidas también son, sin embargo, importantes como realizaciones ejemplares de las realizaciones del dispositivo generador de plasma que se muestra en las figuras 2a-3.

25 Los electrodos intermedios 9', 9", 9''' que se muestran en la figura 1a están dispuestos dentro del manguito final 3 del dispositivo generador de plasma 1 y están ubicados esencialmente concéntricos con el manguito final 3. Los electrodos intermedios 9', 9", 9''' tienen un diámetro externo que en relación con el diámetro interno del manguito final 3 forman un espacio intermedio entre la superficie externa de los electrodos intermedios 9', 9", 9''' y la pared interna del manguito final 3. Es en este espacio entre los electrodos intermedios 9', 9", 9''' y el manguito final 3 donde el refrigerante fluye para ser descargado a través de las aberturas de salida 125 del canal de refrigeración 23.

30 En la realización que se muestra en la figura 1a, tres electrodos intermedios 9', 9", 9''', separados por medio del aislante 13', 13", 13''' , se disponen entre el cátodo 5 y el ánodo 7. El primer electrodo intermedio 9', el primer aislador 13' y el segundo electrodo intermedio 9" están convenientemente encajados a presión uno en el otro. Análogamente, el segundo electrodo intermedio 9", el segundo aislador 13" y el tercer electrodo intermedio 9''' están convenientemente encajados a presión uno en el otro. Sin embargo, se apreciará que el número de electrodos intermedios 9', 9", 9''' se puede elegir opcionalmente dependiendo de la finalidad deseada.

35 El electrodo intermedio 9''' que se coloca más allá del cátodo 5 está en contacto con un medio aislante anular 13''' que se dispone contra el ánodo 7.

40 El ánodo 7 se conecta con el manguito final alargado 3. En la realización que se muestra en la figura 1a, el ánodo 7 y el manguito final 3 están integralmente formados uno con el otro. En realizaciones alternativas, el ánodo 7 se puede diseñar como un elemento independiente que se une al manguito final 3 por un empalme roscado entre el ánodo y el manguito final, por soldadura o por soldadura en barra. La conexión entre el ánodo 7 y el manguito final 3 es adecuadamente tal que proporciona el contacto eléctrico entre ambos.

45 Se describirán a continuación relaciones geométricas adecuadas entre las partes incluidas en el dispositivo generador de plasma 1, 101, 201 con referencia a las figuras 1a-b. Cabe señalar que las dimensiones que se indican a continuación sólo constituyen realizaciones ejemplares del dispositivo generador de plasma 1, 101, 201 y se pueden variar dependiendo del campo de aplicación y las propiedades deseadas. Cabe señalar que los ejemplos descritos en las figuras 1a-b también se pueden aplicar a las realizaciones de las figuras 2a-3.

50 El diámetro interno d_i del elemento aislante 19 es sólo ligeramente mayor que el diámetro externo d_c del cátodo 5. En una realización, la diferencia en la sección transversal, en una sección transversal común, entre el cátodo 5 y el diámetro interno d_i del elemento aislante 19 es adecuadamente igual o mayor que una sección transversal mínima del canal de plasma 11. Dicha sección transversal del canal de plasma 11 se puede colocar en cualquier lugar a lo largo de la extensión del canal de plasma 11.

55 En la realización que se muestra en la figura 1b, el diámetro externo d_c del cátodo 5 es de aproximadamente 0.50 mm y el diámetro interno d_i del elemento aislante de aproximadamente 0.80 mm.

60 En una realización, el cátodo 5 se dispone de modo que una longitud parcial de la punta del cátodo 15 se proyecte más allá de una superficie límite 21 del elemento aislante 19. La punta 15 del cátodo 5 está en la figura 1b posicionada de modo que aproximadamente la mitad de la longitud L_c de la punta 15 se proyecta más allá de la superficie límite 21 del elemento aislante 19. En la realización que se muestra en la figura 1b, esta proyección L_c corresponde a aproximadamente el diámetro d_c del cátodo 5.

65 La longitud total L_c de la punta del cátodo 15 es adecuadamente mayor que 1.5 veces el diámetro d_c del cátodo 5 en la base de la punta del cátodo 15. Preferentemente la longitud total L_c de la punta del cátodo 15 es

aproximadamente 1.5-3 veces el diámetro d_c del cátodo 5 en la base de la punta del cátodo 15. En la realización que se muestra en la figura 1b, la longitud L_c de la punta del cátodo 15 corresponde a aproximadamente 2 veces el diámetro d_c del cátodo 5 en la base de la punta del cátodo 15.

5 En una realización, el diámetro d_c del cátodo 5 es de aproximadamente 0.3-0.6 mm en la base de la punta del cátodo 15. En la realización que se muestra en la figura 1b, el diámetro d_c del cátodo 5 es de aproximadamente 0.50 mm en la base de la punta del cátodo 15. Preferentemente el cátodo tiene un diámetro d_c sustancialmente idéntico entre la base de la punta del cátodo 15 y el extremo del cátodo 5 opuesto a la punta del cátodo 15.

10 Sin embargo, se apreciará que es posible variar este diámetro d_c a lo largo de la extensión del cátodo 5. En una realización, la cámara de plasma 17 tiene un diámetro D_c que corresponde a aproximadamente 2 - 2.5 veces el diámetro d_c del cátodo 5 en la base de la punta del cátodo 15. En la realización que se muestra en la figura 1b, la cámara de plasma 17 tiene un diámetro D_{ch} que corresponde a aproximadamente 2 veces el diámetro d_c del cátodo 5.

15 La magnitud L_{ch} de la cámara de plasma 17 en la dirección longitudinal del dispositivo generador de plasma 1 corresponde a aproximadamente 2 - 2.5 veces el diámetro d_c del cátodo 5 en la base de la punta del cátodo 15. En la realización que se muestra en la figura 1b, la longitud L_{ch} de la cámara de plasma 17 corresponde a aproximadamente al diámetro D_{ch} de la cámara de plasma 17.

20 En una realización la punta 15 del cátodo 5 se extiende en más de la mitad de la longitud L_{ch} de la cámara plasma 17 o en más de dicha longitud. En una realización alternativa, la punta 15 del cátodo 5 se extiende sobre 1/2 a 2/3 de la longitud L_{ch} de la cámara de plasma 17. En la realización que se muestra en la figura 1b, la punta del cátodo 15 se extiende aproximadamente sobre más de la mitad la longitud L_{ch} de la cámara de plasma 17.

25 En la realización que se muestra en la figura 1b, el cátodo 5 que se extiende en la cámara de plasma 17 está posicionado a una distancia entre el extremo de la cámara de plasma 17 más cercano al ánodo 7 que corresponde a aproximadamente el diámetro d_c del cátodo 5 en la base de éste.

30 En la realización que se muestra en la figura 1b, la cámara de plasma 17 está en comunicación fluida con el canal de plasma 11. El canal de plasma 11 tiene convenientemente un diámetro d_{ch} que es de aproximadamente 0.2 - 0.5 mm. En la realización que se muestra en la figura 1b, el diámetro d_{ch} del canal de plasma 11 es de aproximadamente 0.40 mm. Sin embargo, se apreciará que el diámetro d_{ch} del canal de plasma 11 se puede variar de diferentes maneras a lo largo de la extensión del canal de plasma 11 para proporcionar diferentes propiedades deseables.

35 Una porción de transición 27 se dispone entre la cámara de plasma 17 y el canal de plasma 11 y constituye una transición que se afina progresivamente, en la dirección del cátodo 5 al ánodo 7, entre el diámetro D_{ch} de la cámara de plasma 17 y el diámetro d_{ch} del canal de plasma 11. La porción de transición 27 se puede formar de varios modos alternativos. En la realización que se muestra en la figura 1b, la porción de transición 27 se forma como un borde biselado que forma una transición entre el diámetro interno D_{ch} de la cámara de plasma 17 y el diámetro interno d_{ch} del canal de plasma 11. Sin embargo, cabe señalar que la cámara de plasma 17 y el canal de plasma 11 se pueden disponer en contacto directo entre sí sin una porción de transición 27 dispuesta entre los dos. El uso de una porción de transición 27 como la que se muestra en la figura 1b permite una extracción de calor ventajosa para enfriar las estructuras adyacentes a la cámara de plasma 17 y el canal de plasma 11.

45 El canal de plasma 11 está formado por el ánodo 7 y los electrodos intermedios 9', 9", 9''' dispuestos entre el cátodo 5 y el ánodo 7. La longitud del canal de plasma 11 entre la abertura del canal de plasma más próxima al cátodo y hasta el ánodo corresponde adecuadamente a aproximadamente 4-10 veces el diámetro d_{ch} del canal de plasma 11. En la realización que se muestra en la figura 1a, la longitud del canal de plasma 11 entre la abertura del canal de plasma más próxima al cátodo y el ánodo es de aproximadamente 1.6 mm.

50 Esa parte del canal de plasma que se extiende a través del ánodo es de aproximadamente 3-4 veces el diámetro d_{ch} del canal de plasma 11. Para la realización que se muestra en la figura 1a, esa parte del canal de plasma que se extiende a través del ánodo tiene una longitud de aproximadamente 2 mm.

55 El dispositivo generador de plasma 1 se puede proporcionar adecuadamente como una pieza de un instrumento desechable. Por ejemplo, un dispositivo completo con el dispositivo generador de plasma 1, vaina exterior, tubos, terminales de acoplamiento, etc. se puede vender como un instrumento desechable. Alternativamente, sólo el dispositivo generador de plasma 1 puede ser desechable y estar conectado a dispositivos de uso múltiple.

60 Otras realizaciones y variantes son concebibles dentro del alcance de la presente invención. Por ejemplo, la cantidad y forma de los electrodos 9', 9", 9''' se puede variar según el tipo de gas generador de plasma que se utiliza y de las propiedades deseadas del plasma generado.

65 Cuando se usa gas generador de plasma, cómo argón, que se suministra través de una pieza de suministro de gas, se introduce en el espacio entre el cátodo 5 y el elemento aislante 19 según se describió antes. El gas generador de

5 plasma suministrado se hace pasar a través de la cámara de plasma 17 y el canal de plasma 11 para ser descargado a través de la abertura del canal de plasma 11 en el ánodo 7. Habiéndose establecido el suministro de gas, se enciende un sistema de tensión, que inicia un proceso de descarga en el canal de plasma 11 y establece un arco eléctrico entre el cátodo 5 y el ánodo 7. Antes de establecer el arco eléctrico, es adecuado suministrar refrigerante al dispositivo generador de plasma 1 a través del canal de refrigeración 23, como se describió antes. Habiéndose establecido el arco eléctrico, se genera un plasma gas en la cámara de plasma 17, que durante el calentamiento se hace pasar a través del canal de plasma 11 a la abertura de éste en el ánodo 7.

10 Una corriente de funcionamiento adecuada para los dispositivos generadores de plasma 1, 101, 201 de acuerdo con las figuras 1-3 es 4-10 amperios, preferentemente de 4 a 6 amperios. La tensión de servicio de los dispositivos generadores de plasma 1, 101, 201 depende, entre otras cosas, de la cantidad de electrodos intermedios y de la longitud de los mismos. Un diámetro relativamente pequeño del canal de plasma permite un consumo de energía relativamente bajo y una corriente operativa relativamente baja en el uso del dispositivo generador de plasma 1, 101, 201.

15 En el arco eléctrico establecido entre el cátodo y el ánodo, prevalece en el centro del mismo, a lo largo del eje central del canal de plasma, una temperatura T que es proporcional a la relación entre la corriente de descarga I y el diámetro d_{ch} del canal de plasma ($T=k \cdot I/d_{ch}$). Para proporcionar, en un nivel de corriente relativamente bajo, una alta temperatura del plasma, por ejemplo 10 000 a 15 000 °C, a la salida del canal de plasma en el ánodo, la sección transversal del canal de plasma y, por lo tanto, la sección transversal del arco eléctrico que calienta el gas debe ser pequeña, por ejemplo de 0.2-0.5 mm. Con una pequeña sección transversal del arco eléctrico, la fuerza del campo eléctrico en el canal tiene un valor elevado.

REIVINDICACIONES

1. Un dispositivo quirúrgico de plasma que comprende un dispositivo generador de plasma (1), donde dicho dispositivo generador de plasma (1, 101, 201) comprende:
- 5 un ánodo (5);
un cátodo (7);
un canal de plasma (11,111, 211) que se extiende longitudinalmente entre dicho cátodo y a través de dicho ánodo, que tiene una abertura de salida en el extremo más alejado del cátodo;
- 10 al menos un electrodo intermedio (9', 9", 9''') dispuesto al menos parcialmente entre dicho ánodo y dicho cátodo, donde dicho al menos un electrodo intermedio y dicho ánodo forman al menos una parte del canal de plasma, y dicho al menos un electrodo intermedio está aislado eléctricamente uno de otro y de dicho ánodo; y
al menos un canal de refrigeración (23, 123, 223) que se extiende longitudinalmente en el dispositivo, mediante lo cual un líquido refrigerante que circula por dicho canal de refrigeración enfría una porción del dispositivo a la cual el
- 15 al menos un canal de refrigeración es adyacente,
que se caracteriza porque dicho al menos un canal de refrigeración (23, 123, 223) tiene al menos una abertura de salida (25, 125, 225) en el extremo más próximo al ánodo y
dicha al menos una abertura de salida (25, 125, 225) del canal de refrigeración (23, 123, 223) está dispuesta muy próxima a la abertura de salida de dicho canal de plasma en el extremo más alejado del cátodo, mediante lo cual el
- 20 líquido refrigerante que fluye hacia fuera de dicha al menos una abertura de salida del canal de refrigeración restringe un área de un efecto del plasma.
2. El dispositivo quirúrgico de plasma que comprende un dispositivo generador de plasma de la reivindicación 1, en el que la abertura de salida (25, 125, 225) del canal de refrigeración (23, 123, 223) está dispuesta en el ánodo (5).
- 25 3. El dispositivo quirúrgico de plasma que comprende un dispositivo generador de plasma de la reivindicación 1, en el cual una porción sustancial de dicho canal de refrigeración (23, 123, 223) es sustancialmente paralela a dicho canal de plasma (11, 111,211).
- 30 4. El dispositivo quirúrgico de plasma que comprende un dispositivo generador de plasma de la reivindicación 1, en el cual un ángulo (α , β) de una dirección del canal de refrigeración (23, 123, 223) en dicha abertura de salida (25, 125, 225) del canal de refrigeración con respecto a una dirección de dicho canal de plasma (11, 125, 211) en la abertura de dicho canal de plasma más alejada del cátodo está comprendido entre +30 y -30 grados.
- 35 5. El dispositivo quirúrgico de plasma que comprende un dispositivo generador de plasma (101) de la reivindicación 4, en el que una dirección del canal de refrigeración (123) en dicha abertura de salida (125) del canal de refrigeración es sustancialmente paralela a una dirección del canal de plasma (111) en la abertura de salida del canal de plasma más alejada del cátodo.
- 40 6. El dispositivo quirúrgico de plasma que comprende un dispositivo generador de plasma (1) de la reivindicación 4, en el que el canal de refrigeración (23) en dicha abertura de salida (25) del canal de refrigeración está en ángulo hacia el canal de plasma.
- 45 7. El dispositivo quirúrgico de plasma que comprende un dispositivo generador de plasma (201) de la reivindicación 4, en el que el canal de refrigeración (223) en dicha abertura de salida (225) del canal de refrigeración está en ángulo hacia fuera del canal de plasma.
- 50 8. El dispositivo quirúrgico de plasma que comprende un dispositivo generador de plasma de la reivindicación 1, en el que durante el funcionamiento el líquido refrigerante fluye a través de dicho canal de refrigeración en la dirección del cátodo al ánodo.
- 55 9. El dispositivo quirúrgico de plasma que comprende un dispositivo generador de plasma de la reivindicación 1, en el que una parte de dicho canal de refrigeración (23, 123, 223) se extiende a lo largo de dicho al menos un electrodo intermedio (9', 9", 9''').
- 60 10. El dispositivo quirúrgico de plasma que comprende un dispositivo generador de plasma de la reivindicación 1, en el que una parte de dicho canal de refrigeración (23, 123, 223) se extiende a lo largo de la periferia externa de dicho al menos un electrodo intermedio (9', 9", 9''').
- 65 11. El dispositivo quirúrgico de plasma que comprende un dispositivo generador de plasma de la reivindicación 1, que comprende además un manguito (3) conectado al ánodo (7), que forma una parte de la superficie límite posicionada radialmente hacia fuera del canal de refrigeración (23, 123, 223).
12. El dispositivo quirúrgico de plasma que comprende un dispositivo generador de plasma de la reivindicación 1, en el que dicho al menos un electrodo intermedio (9', 9", 9''') forma una parte de la superficie límite posicionada radialmente hacia dentro del canal de refrigeración (23, 123, 223).

13. El dispositivo quirúrgico que comprende un dispositivo generador de plasma de la reivindicación 1, en el que durante el funcionamiento el líquido refrigerante fluye a través de dicho canal de refrigeración (23, 123, 223) con una velocidad entre 1 y 5 ml/s.
- 5 14. El dispositivo quirúrgico de plasma que comprende un dispositivo generador de plasma de la reivindicación 1, en el que dicho al menos un canal de refrigeración (23, 123, 223) tiene al menos dos aberturas de salida (25, 125, 225).
15. El dispositivo quirúrgico de plasma que comprende un dispositivo generador de plasma de la reivindicación 14, en el que dichas al menos dos aberturas de salida (25, 125, 225) están dispuestas alrededor de dicha abertura de salida del canal de plasma (11, 111, 211).
- 10 16. El dispositivo quirúrgico de plasma que comprende un dispositivo generador de plasma de la reivindicación 15, el que dicho al menos un canal de refrigeración tiene al menos cuatro aberturas de salida.
- 15 17. El dispositivo quirúrgico de plasma que comprende un dispositivo generador de plasma de la reivindicación 16, en el que una sección transversal de la abertura del al menos un canal de refrigeración es alargada.
18. El dispositivo quirúrgico de plasma que comprende un dispositivo generador de plasma de la reivindicación 1 que comprende dos o más canales de refrigeración (23, 123, 223).
- 20

