

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 558 684**

51 Int. Cl.:

**H05H 1/34**

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **07.07.2006 E 06762497 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **14.10.2015 EP 1905286**

54 Título: **Dispositivo de generación de plasma y dispositivo quirúrgico de plasma**

30 Prioridad:

**08.07.2005 SE 0501604**

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, NIKOLAY**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 558 684 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 de generación de plasma y dispositivo quirúrgico de plasma

5 Reivindicación de prioridad

Esta solicitud reivindica la prioridad de la solicitud de patente sueca número 0501604-3, presentada el 8 de julio de 2005.

10 Sector técnico de la invención

La presente invención se refiere a un dispositivo de generación de plasma, que comprende un ánodo, un cátodo y un canal de plasma que en su dirección longitudinal se extiende por lo menos parcialmente entre dicho cátodo y dicho ánodo. La invención se refiere a sí mismo a un dispositivo quirúrgico de plasma y a la utilización de un dispositivo quirúrgico de plasma en el sector de la cirugía.

15 Antecedentes de la técnica

Los dispositivos de plasma se refieren a dispositivos que están dispuestos para generar un gas de plasma. Dicho gas de plasma puede ser utilizado, por ejemplo, en cirugía con el objetivo de provocar la destrucción (disección) y/o coagulación de tejidos biológicos.

20 Como norma, dichos dispositivos de plasma están formados con un extremo largo y estrecho, o similar, que se puede aplicar fácilmente en un área deseada que se debe tratar, tal como un tejido con hemorragia. En la punta del dispositivo está presente un gas de plasma, cuya temperatura elevada permite el tratamiento del tejido adyacente a la punta.

25 La memoria WO 2004/030551 (Suslov) da a conocer un dispositivo quirúrgico de plasma según la técnica anterior. Este dispositivo comprende un sistema de generación de plasma con un ánodo, un cátodo y un canal de suministro de gas para suministrar gas al sistema de generación de plasma. Además, el sistema de generación de plasma comprende una serie de electrodos que están dispuestos entre dichos cátodo y ánodo. Un cuerpo envolvente de un material eléctricamente conductor que está conectado al ánodo cierra el sistema de generación de plasma y forma el canal de suministro de gas. La memoria WO2004/105450 (Bijker et al.) es otro documento de la técnica anterior. Ésta da a conocer una fuente en cascada dotada de un cátodo, un cuerpo envolvente del cátodo, un canal de plasma y una placa del ánodo dotada de una abertura de salida que conecta con el canal de plasma. El cátodo tiene una punta que está situada cerca del lado inferior del cuerpo envolvente del cátodo.

40 Debido a los desarrollos recientes en la tecnología quirúrgica, se está utilizando con más frecuencia la denominada cirugía laparoscópica (no invasiva ("keyhole")). Esto implica, por ejemplo, una mayor necesidad de dispositivos de pequeñas dimensiones para permitir la accesibilidad sin cirugía extensiva. Los instrumentos pequeños son ventajosos asimismo en operaciones quirúrgicas para conseguir una buena precisión.

45 Cuando se fabrican dispositivos de plasma de pequeñas dimensiones, existe a menudo el riesgo de que el material adyacente al cátodo se caliente a temperaturas elevadas debido a la temperatura del cátodo, que en algunos casos puede superar los 3000 °C. A estas temperaturas existe el riesgo de que el material adyacente al cátodo se degrade y contamine el gas de plasma. Un gas de plasma contaminado puede, por ejemplo, introducir partículas no deseables en el área quirúrgica y puede ser nocivo para el paciente que está siendo tratado.

50 Por lo tanto, existe la necesidad de dispositivos de plasma mejorados, en particular dispositivos de plasma de pequeñas dimensiones que puedan producir un plasma de alta temperatura.

Resumen de la invención

55 Un objetivo de la presente invención es dar a conocer un dispositivo mejorado de generación de plasma, según el preámbulo de la reivindicación 1.

Son objetivos adicionales de la invención dar a conocer un dispositivo quirúrgico de plasma, y utilizar dicho dispositivo quirúrgico de plasma en el sector de la cirugía.

60 Según un aspecto de la invención, se da a conocer un dispositivo de generación de plasma según la reivindicación 1. La cámara de plasma tiene adecuadamente una sección transversal que excede la sección transversal de la abertura del canal de plasma más próxima al cátodo.

65 Por canal de plasma se entiende un canal alargado que está en comunicación de fluido con la cámara de plasma. El canal de plasma está situado más allá, en la dirección del cátodo al ánodo, de la cámara de plasma y se extiende alejándose del cátodo hacia el ánodo. En una realización, el canal de plasma se extiende desde la cámara de plasma hacia el ánodo y a través del mismo. El canal de plasma tiene adecuadamente una salida en el ánodo, salida

a través de la cual se puede descargar plasma generado, durante el funcionamiento del dispositivo. Puede estar dispuesta una parte de transición entre el canal de plasma y la cámara de plasma. Alternativamente, la cámara de plasma y el canal de plasma pueden estar en contacto directo entre sí.

5 Por cámara de plasma se entiende un área en la que un gas de generación de plasma que se suministra al dispositivo de generación de plasma se convierte principalmente en plasma. Con un dispositivo según la invención, se proporcionan condiciones completamente nuevas de generación de dicho plasma.

10 En los dispositivos de generación de plasma de la técnica anterior, los daños y la generación de material debido a la alta temperatura del cátodo se impiden a menudo mediante situar los materiales adyacentes al cátodo a una distancia considerablemente grande del cátodo. Además, el cátodo se sitúa a menudo en contacto directo con el canal de plasma para impedir la aparición de un arco eléctrico generado incorrectamente, en cuyo caso el canal de plasma, debido a las altas temperaturas del cátodo, recibe normalmente unas dimensiones considerablemente grandes con respecto a las dimensiones del cátodo para no resultar dañado mediante el alta temperatura en funcionamiento. Por lo tanto, dichos dispositivos de la técnica anterior recibirán a menudo unas dimensiones exteriores que son habitualmente mayores de 10 mm, que pueden ser poco manejables y difíciles de gestionar en aplicaciones, por ejemplo, en lo que se denomina cirugía laparoscópica (cirugía no invasiva) y otras aplicaciones de espacio limitado.

20 Mediante una cámara de plasma que está, por lo menos parcialmente, entre el extremo del cátodo dirigido al ánodo y la abertura del canal de plasma más próxima al cátodo, es posible disponer un dispositivo de generación de plasma con menores dimensiones exteriores que las de los dispositivos de la técnica anterior.

25 Para este tipo de dispositivos de generación de plasma, no es raro que la punta del cátodo tenga, en funcionamiento, una temperatura mayor de 2500 °C, en algunos casos mayor de 3000 °C.

30 Utilizando una cámara de plasma, se puede proporcionar ventajosamente la posibilidad de formar un espacio alrededor del cátodo, especialmente de la punta del cátodo más próxima al ánodo. Por consiguiente, la cámara de plasma permite que las dimensiones del dispositivo de generación de plasma sean relativamente pequeñas. El espacio alrededor de la punta del cátodo es conveniente para reducir el riesgo de que la alta temperatura del cátodo en funcionamiento dañe y/o degrade el material del dispositivo, material que es contiguo al cátodo. En particular, esto es importante para dispositivos previstos para aplicaciones quirúrgicas en las que existe el riesgo de que el material degradado pueda contaminar el plasma y acompañar el plasma al área quirúrgica, lo que puede provocar consecuencias negativas en un paciente. Una cámara de plasma según la invención es particularmente ventajosa con tiempos de funcionamiento continuos prolongados.

40 Otra ventaja que se consigue disponiendo una cámara de plasma es que el arco eléctrico que se prevé sea generado entre el cátodo y el ánodo se puede obtener de manera segura dado que la cámara de plasma permite que la punta del cátodo esté situada en la proximidad de la abertura del canal de plasma más próxima al cátodo, sin que el material continuo resulte dañado y/o degradado debido a la elevada temperatura del cátodo. Si la punta del cátodo está situada a demasiada distancia de la abertura del canal de plasma, se genera a menudo de manera desfavorable un arco eléctrico entre el cátodo y las estructuras contiguas, provocando por lo tanto un funcionamiento incorrecto del dispositivo y, en algunos casos, asimismo daños en el dispositivo.

45 Un dispositivo de generación de plasma según la invención puede ser particularmente adecuado cuando es deseable proporcionar dispositivos de generación de plasma con dimensiones exteriores pequeñas, tal como un diámetro exterior inferior a 10 mm, y especialmente inferior a 5 mm. Además, la invención es adecuada para proporcionar un dispositivo de generación de plasma que puede generar un plasma que tiene a menudo una temperatura superior a 10.000 °C cuando el plasma se descarga a través de la salida del canal de plasma en el extremo del dispositivo. Por ejemplo, el plasma descargado a través de la salida del canal de plasma puede tener una temperatura entre 10.000 y 15.000 °C. Dichas temperaturas elevadas serán posibles, por ejemplo, mediante la opción de hacer menor la sección transversal del canal de plasma cuando se utiliza una cámara de plasma según la invención. Dimensiones menores de la sección transversal del canal de plasma permiten asimismo un dispositivo de generación de plasma con precisión mejorada en comparación con los dispositivos de la técnica anterior.

55 Sorprendentemente, se ha encontrado que las propiedades del dispositivo de generación de plasma se pueden ver afectadas mediante variaciones de la forma de la punta del cátodo y su posición con respecto a un elemento aislante dispuesto a lo largo y alrededor del cátodo. Por ejemplo, se ha encontrado que dicho elemento aislante resulta a menudo dañado debido a la temperatura elevada de la punta del cátodo, en caso de que toda la punta del cátodo esté situada en el interior del elemento aislante. Se ha encontrado asimismo que, en funcionamiento, se puede producir una chispa entre el cátodo y el elemento aislante en caso de que toda la punta del cátodo esté situada en el exterior de la cara extrema, más próxima al ánodo, del elemento de aislamiento, en cuyo caso dicha chispa puede dañar el elemento aislante.

65 Según la invención, el dispositivo de generación de plasma está dotado de un elemento aislante que se extiende a lo largo y alrededor de partes del cátodo, sobresaliendo una longitud parcial de dicha punta del cátodo más allá de una

superficie límite de dicho elemento aislante. La superficie límite del elemento aislante consiste adecuadamente en una cara extrema situada lo más próxima al ánodo. El elemento aislante está destinado a proteger partes del dispositivo de generación de plasma que están dispuestas en la proximidad del cátodo, de la temperatura elevada del mismo en funcionamiento. El elemento aislante está conformado adecuadamente como una pieza tubular alargada con un orificio pasante.

Para el funcionamiento adecuado del dispositivo de generación de plasma, es esencial que una chispa generada en la punta del cátodo alcance un punto en el canal de plasma. Esto se consigue colocando el cátodo de tal modo que la distancia entre (i) el extremo de la punta del cátodo más próximo al ánodo y (ii) el extremo del canal de plasma más próximo al cátodo ("el extremo del cátodo del canal de plasma") sea menor o igual que la distancia entre (a) el extremo de la punta del cátodo más próximo al ánodo y (b) cualquier otra superficie. Preferentemente, el extremo de la punta del cátodo más próximo al ánodo está más cerca del extremo del cátodo del canal de plasma que cualquier otro punto en la superficie de la cámara de plasma o del elemento aislante.

Al disponer el cátodo de tal modo que la punta en disminución sobresalga más allá de la superficie límite del elemento aislante, se puede establecer una distancia en la dirección radial entre la punta del cátodo y la parte del elemento aislante contigua a la superficie límite. Dicha distancia permite reducir el riesgo de que el elemento aislante resulte dañado por la punta del cátodo, que en funcionamiento está caliente. Por lo tanto, debido a la forma en disminución de la punta del cátodo, la distancia entre el cátodo y el elemento aislante disminuye gradualmente mientras que la temperatura del cátodo disminuye alejándose de la punta más caliente en el extremo más próximo al ánodo. Una ventaja que se puede conseguir mediante dicha disposición del cátodo es que se puede mantener relativamente pequeña la diferencia en sección transversal entre el cátodo en la base de la punta del cátodo y la dimensión interior del elemento aislante. Por consiguiente, las dimensiones exteriores del dispositivo de generación de plasma se pueden disponer de manera deseable, por ejemplo, para cirugía no invasiva y otras aplicaciones de espacio limitado.

En una realización alternativa, sustancialmente la mitad de la longitud de la punta del cátodo sobresale más allá de dicha superficie límite del elemento aislante. Se ha encontrado que dicha relación entre la posición de la punta del cátodo y el elemento aislante es particularmente ventajosa para reducir el riesgo de que el elemento aislante resulte dañado en funcionamiento, y para reducir el riesgo de que se produzca una chispa entre el cátodo y la pieza tubular aislante cuando se genera un arco eléctrico entre el cátodo y el ánodo.

En funcionamiento, se puede generar una chispa desde un borde del cátodo en la base de la punta del cátodo, que está situada en el extremo de la punta del cátodo más alejado del ánodo, así como desde el extremo de la punta del cátodo más próximo al ánodo. Para impedir la generación de chispas desde la base de la punta del cátodo, el cátodo se sitúa preferentemente de tal modo que el extremo de la punta del cátodo más próximo al ánodo está más cerca del extremo del cátodo del canal de plasma, de lo que lo está el borde en la base de la punta del cátodo a la superficie límite del elemento aislante.

En otra realización alternativa, la punta del cátodo del cátodo sobresale más allá de dicha superficie límite del elemento aislante, con una longitud correspondiente sustancialmente al diámetro de la base de la punta del cátodo. Por la longitud de la punta del cátodo se entiende la longitud de una parte en disminución del extremo del cátodo que está dirigido al ánodo. La punta del cátodo en disminución entra adecuadamente a una parte parcial del cátodo que tiene un diámetro sustancialmente uniforme. En una realización, la punta del cátodo en disminución del cátodo tiene forma cónica. La punta del cátodo puede tener, por ejemplo, forma de un cono completo o de parte de un cono. Además, la base de la punta del cátodo está definida como una superficie en sección transversal, transversalmente a la dirección longitudinal del cátodo, en la posición en la que la punta del cátodo entra a la parte parcial del cátodo con un diámetro sustancialmente uniforme.

Un gas de generación de plasma fluye oportunamente, en funcionamiento, entre dicho elemento aislante y dicho cátodo.

En una realización, a lo largo de una sección transversal común direccionalmente a través de un plano a lo largo de la base de la punta del cátodo, la diferencia en sección transversal entre un canal dispuesto en el elemento aislante y el cátodo es igual o mayor que la superficie mínima en sección transversal del canal de plasma. La superficie mínima en sección transversal del canal de plasma puede estar situada en cualquier lugar a lo largo de la extensión del canal de plasma. Al disponer dicha relación entre las superficies en sección transversal del cátodo y el elemento aislante, se puede evitar que el espacio entre el cátodo y el elemento aislante constituya una parte sustancialmente limitadora de la propagación, de la trayectoria del flujo del gas de generación de plasma, cuando se pone en marcha el dispositivo de generación de plasma. Por consiguiente, esto permite que se pueda establecer con relativa rapidez la presión de funcionamiento del dispositivo de generación de plasma, lo que permite tiempos cortos de puesta en marcha. Los tiempos cortos de puesta en marcha son particularmente convenientes en los casos en que el operador pone en marcha y detiene el dispositivo de generación de plasma varias veces durante una misma secuencia de utilización. En una realización, la superficie en sección transversal del canal dispuesto en el elemento aislante es adecuadamente de entre 1,5 y 2,5 veces la superficie en sección transversal del cátodo en un plano en sección transversal común.

En una realización de la invención, el elemento aislante tiene un diámetro interior entre 0,35mm y 0,80 mm en la proximidad de la base de la punta del cátodo, preferentemente entre 0,50 mm y 0,60 mm. Sin embargo, se apreciará que el diámetro interior del elemento aislante es mayor que el diámetro del cátodo con sección transversal común, formando por lo tanto un espacio entre los dos.

5 La punta del cátodo del cátodo tiene adecuadamente una longitud que es mayor que el diámetro de la base de la punta del cátodo. En una realización, la longitud es igual o mayor que 1,5 veces el diámetro de la base de la punta del cátodo. Al conformar la punta del cátodo con dicha relación entre el diámetro de la base y la longitud, se ha encontrado que la forma de la punta del cátodo proporciona la posibilidad de establecer una distancia entre la punta del cátodo y la pieza tubular aislante, que es adecuada para impedir daños en la pieza tubular aislante durante el funcionamiento del dispositivo de generación de plasma. En una realización alternativa, la longitud de la punta del cátodo es de 2 a 3 veces el diámetro de la base de la punta del cátodo.

15 Tal como se ha mencionado anteriormente, por lo menos una realización del dispositivo de generación de plasma está dotada de un elemento aislante que se extiende a lo largo, y alrededor de partes del cátodo. La cámara de plasma se extiende adecuadamente entre una superficie límite de dicho elemento aislante y dicha abertura en el extremo del cátodo del canal de plasma. Por lo tanto, la cámara de plasma, o la parte de la cámara de plasma en la que se genera la parte principal del plasma, se extiende adecuadamente desde la posición en la que la punta del cátodo sobresale más allá del elemento aislante y hasta la abertura en el extremo del cátodo del canal de plasma.

20 En una realización, una parte en disminución hacia el ánodo conecta la cámara de plasma y el canal de plasma. Esta parte en disminución salva la diferencia entre la sección transversal de la cámara de plasma y la sección transversal del canal de plasma hacia el ánodo. Dicha parte en disminución permite una extracción de calor favorable, para la refrigeración de estructuras adyacentes a la cámara de plasma y al canal de plasma.

25 Se ha encontrado conveniente conformar la superficie en sección transversal de la cámara de plasma, transversalmente a la dirección longitudinal del canal de plasma, aproximadamente de 4 a 16 veces mayor que la superficie en sección transversal del canal de plasma. Adecuadamente, la superficie en sección transversal de la cámara de plasma es de 4 a 16 veces mayor que la superficie en sección transversal de la abertura del extremo del cátodo del canal de plasma. La relación entre la sección transversal de la cámara de plasma y la del canal de plasma proporciona un espacio ventajoso alrededor de la punta del cátodo, que reduce el riesgo de que el dispositivo de generación de plasma resulte dañado debido a las temperaturas elevadas que se pueden producir en funcionamiento.

30 Preferentemente, la sección transversal de la cámara de plasma, transversalmente a la dirección longitudinal del canal de plasma, es circular. Se ha encontrado que es ventajoso conformar la cámara de plasma con un diámetro, transversalmente a la dirección longitudinal del canal de plasma, que se corresponda sustancialmente con la longitud de la cámara de plasma, en la dirección longitudinal del canal de plasma. Se ha encontrado que esta relación entre el diámetro y la longitud de la cámara de plasma es favorable para reducir el riesgo de daños debidos, por ejemplo, a las temperaturas elevadas que se pueden producir en funcionamiento, mientras que reduce al mismo tiempo el riesgo de que se genere un arco eléctrico incorrecto.

35 Se ha encontrado además que es ventajoso conformar la cámara de plasma con un diámetro de la superficie en sección transversal de la cámara de plasma que corresponda a entre 2 y 2,5 veces el diámetro de la base de la punta del cátodo.

40 Convenientemente, asimismo la longitud de la cámara de plasma corresponde a entre 2 y 2,5 veces el diámetro de la base de la punta del cátodo.

45 Sorprendentemente, se ha encontrado que las propiedades del dispositivo de generación de plasma se pueden ver afectadas por variaciones de la posición de la punta del cátodo en relación con la abertura del extremo del cátodo del canal de plasma. Entre otras cosas, se ha encontrado que se puede ver afectado el arco eléctrico que se desea generar entre el cátodo y el ánodo cuando se pone en marcha el dispositivo de generación de plasma. Por ejemplo, se ha encontrado que se puede producir desfavorablemente un arco eléctrico entre el cátodo y partes, adyacentes al mismo, del dispositivo de generación de plasma, en caso de que la punta del cátodo esté situada demasiado lejos de la abertura del extremo del cátodo del canal de plasma. Además, se ha encontrado que la elevada temperatura de la punta del cátodo en funcionamiento puede dañar y degradar el canal de plasma y/o el material contiguo al mismo, si la punta del cátodo está situada demasiado cerca de la abertura en el extremo del cátodo del canal de plasma. En una realización, se ha encontrado que es conveniente que la punta del cátodo se extienda sobre la mitad de la longitud, o más de la mitad de la longitud, de dicha cámara de plasma. En una realización alternativa, se ha encontrado adecuado disponer la punta del cátodo para que se extienda sobre 1/2 a 2/3 de la longitud de la cámara de plasma. En otra realización alternativa, la punta del cátodo se extiende sobre aproximadamente la mitad de la longitud de la cámara de plasma.

50 En una realización del dispositivo de generación de plasma, el extremo del cátodo más próximo al ánodo está situado a una cierta distancia de la abertura del extremo del cátodo del canal de plasma, distancia que se

corresponde sustancialmente con la longitud de aquella parte de la punta del cátodo que sobresale más allá de la superficie límite del elemento aislante.

5 Además, en una realización se ha encontrado conveniente disponer el extremo del cátodo dirigido al ánodo, de tal modo que el extremo del cátodo situado a cierta distancia, en la dirección longitudinal del canal de plasma, corresponda sustancialmente al diámetro de la base de la punta del cátodo desde el extremo de la cámara de plasma que está situado más próximo al ánodo.

10 Al disponer la posición de la punta del cátodo a esta distancia desde el límite o el extremo de la cámara de plasma, en la dirección longitudinal del canal de plasma, se ha encontrado que se puede generar de manera segura un arco eléctrico reduciéndose al mismo tiempo el riesgo de que el material contiguo al canal de plasma resulte dañado por las altas temperaturas en funcionamiento.

15 La cámara de plasma está conformada adecuadamente mediante un electrodo intermedio situado lo más próximo a la punta del cátodo. Al integrar la cámara de plasma como una parte del electrodo intermedio, se proporciona una construcción simple. De manera similar, es conveniente que el canal de plasma esté conformado, por lo menos parcialmente, mediante por lo menos un electrodo intermedio que esté situado, por lo menos parcialmente, entre dicho cátodo y dicho ánodo.

20 En una realización del dispositivo de generación de plasma, la cámara de plasma y por lo menos partes del canal de plasma están formadas mediante un electrodo intermedio que está dispuesto lo más próximo a la punta del cátodo. En otra realización, la cámara de plasma está formada por un electrodo intermedio, que está aislado eléctricamente de los electrodos intermedios que forman el canal de plasma.

25 Como un ejemplo de una realización del dispositivo de generación de plasma, el canal de plasma tiene un diámetro que es aproximadamente de 0,20 a 0,50 mm, preferentemente de 0,30 a 0,40 mm.

30 En una realización, el dispositivo de generación de plasma comprende dos o más electrodos intermedios dispuestos entre dicho cátodo y dicho ánodo para formar por lo menos parte del canal de plasma. De acuerdo con un ejemplo de una realización del dispositivo de generación de plasma, los electrodos intermedios forman conjuntamente una parte del canal de plasma con una longitud de aproximadamente 4 a 10 veces el diámetro del canal de plasma. Aquella parte del canal de plasma que se extiende a través del ánodo tiene adecuadamente una longitud de 3 a 4 veces el diámetro del canal de plasma. Además, está dispuesto adecuadamente un medio aislante entre cada electrodo intermedio y el siguiente. Los electrodos intermedios están fabricados preferentemente de cobre o de aleaciones que contienen cobre.

35 Como un ejemplo de otra realización, el diámetro de dicho cátodo está entre 0,30 y 0,60 mm, preferentemente de 0,40 a 0,50 mm.

40 Según un segundo aspecto de la invención, se da a conocer un dispositivo quirúrgico de plasma que comprende un dispositivo de generación de plasma como el descrito anteriormente. Dicho dispositivo quirúrgico de plasma del tipo descrito en este documento puede ser utilizado adecuadamente para la destrucción o coagulación de tejido biológico. Además, dicho dispositivo quirúrgico de plasma puede ser utilizado ventajosamente en cirugía cardíaca o cerebral. Alternativamente, dicho dispositivo quirúrgico de plasma puede ser utilizado ventajosamente en cirugía hepática, del bazo o de riñón.

Breve descripción del dibujo

50 La invención se describirá a continuación en mayor detalle haciendo referencia al dibujo esquemático adjunto, que muestra a modo de ejemplo realizaciones actualmente preferidas de la invención.

La figura 1a es una vista en sección transversal de una realización de un dispositivo de generación de plasma según la invención; y  
la figura 1b es una ampliación parcial de la realización según la figura 1a.

55 Descripción de realizaciones preferidas

60 La figura 1a muestra en sección transversal una realización de un dispositivo de generación de plasma 1 según la invención. La sección transversal en la figura 1a está tomada través del centro del dispositivo de generación de plasma 1 en su dirección longitudinal. El dispositivo comprende una pieza tubular extrema alargada 3 que aloja un sistema de generación de plasma, para generar plasma que se descarga en el extremo de la pieza tubular extrema 3. El plasma generado puede ser utilizado, por ejemplo, para detener hemorragias en tejidos, vaporizar tejidos, cortar tejidos, etc.

65 El dispositivo de generación de plasma 1 según la figura 1a comprende un cátodo 5, un ánodo 7 y una serie de electrodos 9', 9'', 9''' dispuestos entre el ánodo y el cátodo, en este texto denominados 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 frente al cátodo 5 y más allá hacia, y a través del ánodo 7. El extremo de entrada del canal de plasma 11 está situado en el extremo del cátodo del canal de plasma. El canal de plasma 11 se extiende a través del ánodo 7 donde está dispuesta su salida. En el canal de plasma 11, el plasma que lo atraviesa está destinado a calentarse y salir finalmente en el extremo del mismo en el ánodo 7. Los electrodos intermedios 9', 9", 9''' están aislados y separados del contacto directo entre sí mediante 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 para cualquier objetivo deseado. El número de electrodos intermedios 9', 9", 9''' puede asimismo variarse de manera opcional. La realización mostrada en la figura 1a está dotada de tres electrodos intermedios 9', 9", 9'''.

En la realización mostrada en la figura 1a, el cátodo 5 está conformado como un elemento cilíndrico alargado. Preferentemente, el cátodo 5 está fabricado de tungsteno, opcionalmente con aditivos, tales como lantano. Dichos aditivos pueden ser utilizados, por ejemplo, para reducir la temperatura que se produce en el extremo del cátodo 5.

Además, el extremo del cátodo 5 que está dirigido hacia el ánodo 7 tiene una parte extrema en disminución 15. Esta parte en disminución 15 forma adecuadamente una punta situada en el extremo del cátodo, tal como se muestra en la figura 1a. La punta del cátodo 15 tiene adecuadamente forma cónica. La punta del cátodo 15 puede consistir asimismo en una parte de un cono, o tener formas alternativas con una geometría en disminución hacia el ánodo 7.

El otro extremo del cátodo 5 dirigido alejándose del ánodo 7 está conectado a un conductor eléctrico para ser conectado a una fuente de energía eléctrica. El conductor está rodeado adecuadamente por un aislante. (El conductor no se muestra en la figura 1).

Una cámara de plasma 17 está conectada al extremo de entrada del canal de plasma 11 y tiene una superficie en sección transversal, transversalmente a la dirección longitudinal del canal de plasma 11, que excede la superficie en sección transversal del canal de plasma 11 en la entrada del mismo.

La cámara de plasma 17 que se muestra en la figura 1a tiene sección transversal circular, transversalmente a la dirección longitudinal del canal de plasma 11, y tiene una extensión en la dirección longitudinal del canal de plasma 11 que corresponde aproximadamente al diámetro de la cámara de plasma 17. La cámara de plasma 17 y el canal de plasma 11 están dispuestos de manera sustancialmente concéntrica entre sí. El cátodo 5 se extiende al interior de la cámara de plasma 17 sobre aproximadamente la mitad de la longitud de la misma, y el cátodo 5 está dispuesto de manera sustancialmente concéntrica con la cámara de plasma 17. La cámara de plasma 17 consiste en un rebaje integrado en el primer electrodo intermedio 9', que está situado a continuación del cátodo 5.

La figura 1a muestra asimismo un elemento aislante 19 que se extiende a lo largo, y alrededor de parte del cátodo 5. El elemento aislante 19 está conformado adecuadamente como una pieza tubular cilíndrica alargada, y el cátodo 5 está situado parcialmente en un orificio circular que se extiende a través del elemento aislante tubular 19. El cátodo 5 está dispuesto sustancialmente en el centro del orificio pasante del elemento aislante 19. Además, el diámetro interior del elemento aislante 19 es algo mayor que el diámetro exterior del cátodo 5, formando de ese modo una distancia entre la superficie circunferencial exterior del cátodo 5 y la superficie interior del orificio circular del elemento aislante 19.

Preferentemente, el elemento aislante 19 está fabricado de un material resistente a la temperatura, tal como un material cerámico, un material plástico resistente la temperatura o similares. El elemento aislante 19 está destinado a proteger partes contiguas del dispositivo de generación de plasma 1 de las temperaturas elevadas que se pueden producir, por ejemplo, alrededor del cátodo 5, en particular alrededor de la punta del cátodo 15.

El elemento aislante 19 y el cátodo 5 están dispuestos uno con respecto al otro de tal modo que el extremo del cátodo 5 dirigido hacia el ánodo 7 sobresale más allá de una cara extrema 21, que está dirigida hacia el ánodo 7, del elemento aislante 19. En la realización mostrada en la figura 1a, aproximadamente la mitad de la punta en disminución 15 del cátodo 5 se extiende más allá de la cara extrema 21 del elemento aislante 19.

Una parte de suministro de gas (no mostrada en la figura 1) está conectada a la parte de generación de plasma. El gas suministrado al dispositivo de generación de plasma 1 consiste ventajosamente en el mismo tipo de gases que se utilizan como gas de generación de plasma en los instrumentos de la técnica anterior, por ejemplo gases inertes, tales como argón, neón, xenón, helio, etc. Se permite al gas de generación de plasma fluir a través de la parte de suministro de gas y al interior el espacio dispuesto entre el cátodo 5 y el elemento aislante 19. Por consiguiente, el gas de generación de plasma fluye a lo largo del cátodo 5 dentro del elemento aislante 19 hacia el ánodo 7. Cuando el gas de generación de plasma atraviesa el extremo del elemento aislante 19 que está situado más próximo al ánodo 7, el gas entra a la cámara de plasma 17.

El dispositivo de generación de plasma 1 según la figura 1a comprende además canales adicionales 23 que comunican con una pieza tubular extrema alargada 3. Los canales adicionales 23 están formados adecuadamente en una pieza con un cuerpo envolvente que está conectado a la pieza tubular extrema 3. La pieza tubular extrema 3 y el cuerpo envolvente pueden estar interconectados, por ejemplo, mediante una unión roscada, pero son

concebibles asimismo otros métodos de conexión tales como soldadura, soldadura blanda, etc. Además, los canales adicionales 23 pueden estar fabricados, por ejemplo, mediante extrusión del cuerpo envolvente o mediante mecanizado del cuerpo envolvente. Sin embargo, se apreciará que los canales adicionales 23 pueden estar formados asimismo mediante una o varias partes que son independientes del cuerpo envolvente y están dispuestas en el interior del cuerpo envolvente.

En una realización, el dispositivo de generación de plasma 1 comprende dos canales adicionales 23, uno constituyendo un canal de entrada y el otro constituyendo un canal de salida para un refrigerante. El canal de entrada y el canal de salida comunican entre sí para permitir que el refrigerante pase a través de la pieza tubular extrema 3 del dispositivo de generación de plasma 1. Es posible asimismo dotar el dispositivo de generación de plasma 1 de más de dos canales de refrigeración, que se utilizan para suministrar o descargar refrigerante. Se utiliza preferentemente agua como refrigerante, aunque son concebibles otros tipos de fluidos. Los canales de refrigeración están dispuestos de tal modo que el refrigerante se suministra a la pieza tubular extrema 3 y fluye entre los electrodos intermedios 9', 9'', 9''' y la pared interior de la pieza tubular extrema 3. El interior de la pieza tubular extrema 3 constituye el área que conecta entre sí dichos por lo menos dos canales adicionales.

Los electrodos intermedios 9', 9'', 9''' están dispuestos en el interior de la pieza tubular extrema 3 del dispositivo de generación de plasma 1 y están situados de manera sustancialmente concéntrica con la pieza tubular extrema 3. Los electrodos intermedios 9', 9'', 9''' tienen un diámetro exterior que, en relación con el diámetro interior de la pieza tubular 3, forma un espacio intermedio entre la superficie exterior de los electrodos intermedios y la pared interior de la pieza tubular extrema 3. Es en este espacio intermedio donde se permite al refrigerante suministrado desde los canales adicionales 23 fluir entre los electrodos intermedios 9', 9'', 9''' y la pieza tubular extrema 3.

Los canales adicionales 23 se pueden presentar en número diferente y recibir secciones transversales diferentes. Es posible asimismo utilizar la totalidad, o parte de los canales adicionales 23 con otros propósitos. Por ejemplo, se pueden disponer tres canales adicionales 23 donde, por ejemplo, dos se utilizan para suministrar y descargar un refrigerante y uno para aspirar líquidos, o similares, desde un área de cirugía, etc.

En la realización mostrada en la figura 1a, tres electrodos intermedios 9', 9'', 9''' están separados mediante medios aislantes 13', 13'', 13''' que están dispuestos entre el cátodo 5 y el ánodo 7. El primer electrodo intermedio 9', el primer aislante 13' y el segundo electrodo intermedio 9'' están ajustados a presión entre sí. Análogamente, el segundo electrodo intermedio 9'', el segundo aislante 13'' y el tercer electrodo intermedio 9''' están ajustados a presión entre sí. Sin embargo, se apreciará que el número de electrodos 9', 9'', 9''' se puede seleccionar según la opción.

El electrodo 9''' que está situado más lejos del cátodo 5 está en contacto con un medio aislante anular 13''' que, a su vez, está dispuesto contra el ánodo 7.

El ánodo 7 está conectado a la pieza tubular extrema alargada 3. En la realización mostrada en la figura 1a, el ánodo 7 y la pieza tubular extrema 3 están formados integralmente entre sí. En realizaciones alternativas, el ánodo 7 puede estar formado como un elemento independiente que se une a la pieza tubular extrema 3 mediante una unión roscada entre el ánodo 7 y la pieza tubular extrema 3, mediante soldadura o mediante soldadura blanda. La conexión entre el ánodo 7 y la pieza tubular extrema 3 es adecuadamente tal que proporciona un contacto eléctrico entre ambas.

Haciendo referencia a la figura 1b, se describirán a continuación relaciones geométricas adecuadas entre las partes incluidas en el dispositivo de generación de plasma 1. Cabe señalar que las dimensiones indicadas a continuación constituyen tan sólo realizaciones a modo de ejemplo del dispositivo de generación de plasma 1 y se pueden modificar según el sector de aplicación y las propiedades deseadas.

El diámetro interior  $d_i$  del elemento aislante 19 es solamente algo mayor que el diámetro exterior  $d_c$  del cátodo 5. En la realización mostrada en la figura 1b, el diámetro exterior  $d_c$  del cátodo 5 es de aproximadamente 0,50 mm y el diámetro interior  $d_i$  del elemento aislante 19 de aproximadamente 0,80 mm.

Según la figura 1b, la punta 15 del cátodo 5 está situada de tal modo que aproximadamente la mitad de la longitud  $L_c$  de la punta 15 sobresale más allá de una superficie límite 21 del elemento aislante 19. En la realización mostrada en la figura 1b, este saliente  $l_c$  corresponde aproximadamente al diámetro  $d_c$  del cátodo 5.

La longitud total  $L_c$  de la punta del cátodo 15 corresponde adecuadamente a aproximadamente de 1,5 a 3 veces el diámetro  $d_c$  del cátodo 5 en la base de la punta del cátodo 31. En la realización mostrada en la figura 1b, la longitud  $L_c$  de la punta del cátodo 15 corresponde aproximadamente a 2 veces el diámetro  $d_c$  del cátodo 5 en la base de la punta del cátodo 31. En una realización, el cátodo 5 está situado de tal modo que la distancia entre el extremo de la punta del cátodo más próximo al ánodo 33 y el extremo del cátodo del canal de plasma 35 es menor o igual que la distancia entre el extremo de la punta del cátodo 33 y cualquier otra superficie, incluyendo cualquier superficie de la cámara de plasma 17 y la superficie límite del elemento aislante 21. Además, en una realización, el cátodo está situado de manera que la distancia entre el extremo de la punta del cátodo 33 y el extremo del cátodo del canal de



plasma 35 es menor o igual que la distancia entre el borde en la base de la punta del cátodo 31 y la superficie límite del elemento aislante 21.

- 5 En una realización, el diámetro  $d_c$  del cátodo 5 es aproximadamente de 0,3 a 0,6 mm en la base de la punta del cátodo 31. En la realización mostrada 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 31. Preferentemente, el cátodo 5 tiene un diámetro sustancialmente idéntico  $d_c$  entre la base de la punta del cátodo 31 y el extremo, opuesto a la punta del cátodo 15, del cátodo 5. Sin embargo, se apreciará que es posible variar este diámetro a lo largo de la extensión del cátodo 5.
- 10 En una realización, la cámara de plasma 17 tiene un diámetro  $D_{ch}$  que corresponde a aproximadamente 2 a 2,5 veces el diámetro  $d_c$  del cátodo 5 en la base de la punta del cátodo 31. En la realización mostrada en la figura 1b, la cámara de plasma 17 tiene un diámetro  $D_{ch}$  que corresponde aproximadamente a 2 veces el diámetro  $d_c$  del cátodo 5.
- 15 La extensión de la cámara de plasma 17 en la dirección longitudinal del dispositivo de generación de plasma 1 corresponde aproximadamente a 2 a 2,5 veces el diámetro  $d_c$  del cátodo 5 en la base de la punta del cátodo 31. En la realización mostrada en la figura 1b, la longitud  $L_{ch}$  de la cámara de plasma 17 corresponde aproximadamente al diámetro  $D_{ch}$  de la cámara de plasma 17.
- 20 En la realización mostrada en la figura 1b, el cátodo 5 que se extiende al interior de la cámara de plasma 17 está situado a una distancia del extremo de la cámara de plasma 17 más próximo al ánodo 7, que corresponde aproximadamente al diámetro  $d_c$  de la punta del cátodo 31 en la base de la misma.
- 25 En la realización mostrada en la figura 1b, la cámara de plasma 17 está en comunicación de fluido con el canal de plasma 11. El canal de plasma 11 tiene adecuadamente un diámetro  $d_{ch}$  que es de aproximadamente 0,2 a 0,5 mm. En la realización mostrada 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 puede variar de diferentes maneras a lo largo de la extensión del canal de plasma 11 para proporcionar diferentes propiedades deseables del dispositivo de generación de plasma 1.
- 30 Entre la cámara de plasma 17 y el canal de plasma 11 está dispuesta una parte de transición 25 de la cámara de plasma 17, que constituye una transición en disminución, alejándose del cátodo 5 hacia el ánodo 7, entre el diámetro  $D_{ch}$  de la cámara de plasma 17 y el diámetro  $d_{ch}$  del canal de plasma 11. La parte de transición 25 puede estar formada de varias maneras alternativas. En la realización mostrada en la figura 1b, la parte de transición 25 está formada como un borde biselado que forma una transición entre el diámetro interior  $D_{ch}$  de la cámara de plasma 17 y el diámetro interior  $d_{ch}$  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 parte de transición 25.
- 35 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 extremo del cátodo del canal de plasma y hasta el ánodo corresponde adecuadamente a aproximadamente de 4 a 10 veces el diámetro  $d_{ch}$  del canal de plasma 11. En la realización mostrada en la figura 1a, la longitud del canal de plasma 11 entre la abertura del extremo del cátodo del canal de plasma y el ánodo es de aproximadamente 2,8 mm.
- 40 La parte del canal de plasma que se extiende a través del ánodo es aproximadamente de 3 a 4 veces el diámetro  $d_{ch}$  del canal de plasma 11. Para la realización mostrada en la figura 1a, la parte del canal de plasma que se extiende a través del ánodo tiene una longitud de aproximadamente 2 mm.
- 45 El dispositivo de generación de plasma 1 se puede disponer ventajosamente como parte de un instrumento desechable. Por ejemplo, un dispositivo completo con el dispositivo de generación de plasma 1, la carcasa exterior, los tubos, los terminales de acoplamiento, etc., se puede comercializar como un instrumento desechable. Alternativamente, puede ser desechable solamente el dispositivo de generación de plasma y conectarse a múltiples dispositivos de uso.
- 50 Son posibles otras realizaciones y variaciones. Por ejemplo, el número y la forma de los electrodos intermedios 9', 9", 9''' puede variar en función de qué tipo de gas de generación de plasma se utiliza y de las propiedades deseadas del plasma generado.
- 55 Durante la utilización, el gas de generación de plasma, tal como argón, que se suministra por medio de la parte de suministro de gas, se suministra al espacio entre el cátodo 5 y el elemento aislante 19, tal como se ha descrito anteriormente. El gas de generación de plasma suministrado se transmite a través de la cámara de plasma 17 y del canal de plasma 11, para ser descargado a través de la abertura del canal de plasma 11 en el ánodo 7. Una vez se ha establecido el suministro de gas, se conecta un sistema de tensión, que inicia un proceso de descarga en el canal de plasma 11 y provoca un arco eléctrico entre el cátodo 5 y el ánodo 7. Antes del establecimiento del arco eléctrico,
- 60 es conveniente suministrar refrigerante al dispositivo de generación de plasma 1 a través de los canales adicionales 23 que se han descrito anteriormente. Una vez que se ha establecido el arco eléctrico, se genera un gas de plasma
- 65

en la cámara de plasma 17 y mientras se calienta es transmitido a través del canal de plasma 11 hacia la abertura del mismo en el ánodo 7.

5 Una corriente de funcionamiento adecuada  $I$  para el dispositivo de generación de plasma 1 según las figuras 1a y 1b es adecuadamente menor de 10 amperios, preferentemente de 4 a 6 amperios. La tensión de funcionamiento del dispositivo de generación de plasma 1 depende, entre otras cosas, del número de electrodos intermedios 9', 9", 9''' y de la longitud del mismo. Un diámetro relativamente pequeño  $d_{ch}$  del canal de plasma 11 permite un consumo de energía relativamente bajo y una corriente de funcionamiento  $I$  relativamente baja cuando se utiliza el dispositivo de generación de plasma 1.

10 En el arco eléctrico establecido entre el cátodo 5 y el ánodo 7 predomina una temperatura  $T$  en el centro del mismo a lo largo del eje central del canal de plasma 11, y ésta es proporcional a la relación entre la corriente de descarga  $I$  y el diámetro  $d_{ch}$  del canal de plasma 11 ( $T = K \cdot I / d_{ch}$ ). Para proporcionar una temperatura elevada del plasma, por ejemplo de 10.000 a 15.000 °C, a la salida del canal de plasma 11 en el ánodo 7, a un nivel de corriente  $I$  relativamente bajo, la sección transversal del canal de plasma 11 y, por lo tanto, la sección transversal del arco eléctrico que calienta el gas, deberá ser pequeña, por ejemplo de 0,2 a 0,5 mm. Con una sección transversal pequeña del arco eléctrico, la intensidad del campo eléctrico en el canal de plasma 11 tiene un valor elevado.

**REIVINDICACIONES**

1. Un dispositivo de generación de plasma (1), que comprende:

5 un ánodo (7);  
 un cátodo (5), teniendo dicho cátodo una punta (15), siendo dicha punta la parte del cátodo más próxima al ánodo y en disminución hacia el ánodo, teniendo dicha punta una base (31) en el extremo más alejado del ánodo;  
 un canal de plasma (11), que se extiende longitudinalmente entre dicho cátodo y a través de dicho ánodo, y que  
 10 tiene una abertura de salida en el extremo más alejado de dicho cátodo, estando formada una parte de dicho canal de plasma mediante uno o varios, preferentemente dos o más, electrodos intermedios (9', 9'', 9''') aislados eléctricamente entre sí y dicho ánodo; y  
 una cámara de plasma (17) conectada dicho canal de plasma en el extremo del cátodo de dicho canal de plasma, en el que una parte de dicha punta del cátodo se extiende longitudinalmente a lo largo de una longitud parcial de la  
 15 cámara de plasma, y  
 en el que la distancia entre el extremo de la punta del cátodo (33) más próximo al ánodo y el extremo del cátodo de dicho canal de plasma (35) es menor o igual que la distancia entre el extremo de la punta del cátodo más próximo al ánodo y cualquier otra superficie,  
 caracterizado porque el dispositivo de generación de plasma comprende además un elemento aislante tubular (19)  
 que se extiende a lo largo, y alrededor de una parte del cátodo y tiene una superficie límite (21) en el extremo más  
 20 próximo al ánodo, estando situada dicha punta del cátodo (15) de tal modo que una longitud parcial ( $l_c$ ) de dicha punta del cátodo (15) sobresale más allá de la superficie límite (21) de dicho elemento aislante tubular (19).

2. El dispositivo de generación de plasma acorde con la reivindicación 1, en el que sustancialmente la mitad de la longitud ( $L_c$ ) de la punta del cátodo (15) sobresale más allá de dicha superficie límite (21) del elemento aislante (19).

3. El dispositivo de generación de plasma acorde con la reivindicación 1, en el que la punta del cátodo (15) sobresale más allá de dicha superficie límite (21) del elemento aislante (19), en una longitud que corresponde sustancialmente a un diámetro ( $d_c$ ) de la base (31) de la punta del cátodo.

4. El dispositivo de generación de plasma acorde con la reivindicación 1, en el que, a lo largo de una sección transversal mutua direccionalmente, a través de un plano a lo largo de la base (31) de la punta del cátodo, la diferencia entre una sección transversal del canal formado por el elemento aislante (19) y una sección transversal del cátodo (5) es igual o mayor que una superficie mínima en sección transversal del canal de plasma.

5. El dispositivo de generación de plasma acorde con la reivindicación 1, en el que, en funcionamiento, fluye un gas de generación de plasma entre dicho elemento aislante (19) y dicho cátodo (5).

6. El dispositivo de generación de plasma acorde con la reivindicación 3, en el que la longitud ( $L_c$ ) de dicha punta del cátodo (15) es mayor, preferentemente igual o mayor que 1,5 veces el diámetro ( $d_c$ ) de la base (31) de la punta del  
 40 cátodo.

7. El dispositivo de generación de plasma acorde con la reivindicación 1, en el que por lo menos la mitad de la longitud ( $L_c$ ) de la punta del cátodo (15) se extiende al interior de dicha cámara de plasma (17).

8. El dispositivo de generación de plasma acorde con la reivindicación 1, en el que dicha cámara de plasma (17) se extiende entre dicha superficie límite (21) de dicho elemento aislante (19) y el extremo del cátodo de dicho canal de plasma (35).

9. El dispositivo de generación de plasma acorde con la reivindicación 1, en el que una superficie en sección transversal de la cámara de plasma (17) es mayor, preferentemente de 4 a 16 veces mayor, que la superficie en sección transversal de la abertura del canal de plasma (11) en el extremo del cátodo de dicho canal de plasma (35).

10. El dispositivo de generación de plasma acorde con la reivindicación 1, en el que un diámetro ( $D_{ch}$ ) de la cámara de plasma (17), transversalmente a la dirección longitudinal del canal de plasma, corresponde sustancialmente a la longitud ( $L_{ch}$ ) de la cámara de plasma, en la dirección longitudinal del canal de plasma.

11. El dispositivo de generación de plasma acorde con la reivindicación 1, en el que dicha cámara de plasma (17) tiene una parte en disminución (25) conectada a dicho canal de plasma (11).

12. El dispositivo de generación de plasma acorde con la reivindicación 1, en el que dicho cátodo (5) se extiende al interior de dicha cámara de plasma (17) con una longitud ( $l_c$ ) correspondiente a un diámetro ( $d_c$ ) de la base (31) de la punta del cátodo (15).

13. El dispositivo de generación de plasma acorde con la reivindicación 1, en el que la distancia entre el extremo (33) del cátodo más próximo al ánodo y el extremo del cátodo del canal de plasma (35) corresponde sustancialmente a un diámetro ( $d_c$ ) de la base (31) de la punta del cátodo (15).

14. El dispositivo de generación de plasma acorde con la reivindicación 1, en el que dicha cámara de plasma (17) está formada mediante uno de dichos uno o varios electrodos intermedios, siendo dicho un electrodo intermedio el más próximo al cátodo (5).
- 5 15. El dispositivo de generación de plasma acorde con la reivindicación 1, en el que dicha cámara de plasma (17) y, por lo menos partes de dicho canal de plasma (11) están formadas mediante uno de dichos uno o varios electrodos intermedios, siendo dicho un electrodo intermedio el electrodo intermedio más próximo al cátodo (5).
- 10 16. El dispositivo de generación de plasma acorde con la reivindicación 1, en el que dicha cámara de plasma (17) está formada mediante un electrodo intermedio aislado eléctricamente de los electrodos intermedios que forman el canal de plasma (11).
- 15 17. Un dispositivo quirúrgico de plasma que comprende un dispositivo de generación de plasma acorde con la reivindicación 1.

