

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 528 734**

51 Int. Cl.:

H05H 1/24 (2006.01)

A61B 18/00 (2006.01)

H05H 1/36 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **31.07.2010 E 10771669 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **29.10.2014 EP 2462785**

54 Título: **Dispositivo para la generación de un chorro de plasma frío**

30 Prioridad:

03.08.2009 DE 102009028190

21.06.2010 DE 102010030294

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

12.02.2015

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**KINDEL, ECKHARD;
LEMBKE, NORBERT;
STIEBER, MANFRED;
TITZE, RUEDIGER;
WELTMANN, KLAUS-DIETER y
HELLWIG, LUTZ**

74 Agente/Representante:

ÁLVAREZ LÓPEZ, Sonia

ES 2 528 734 T3

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

DESCRIPCIÓN

Dispositivo para la generación de un chorro de plasma frío

5 La invención se refiere a un dispositivo para la generación de un plasma frío, excitado por AF en condiciones de presión atmosférica, comprendiendo una carcasa metálica, que actúa en la región del plasma saliente como electrodo puesto a tierra y en la que están dispuestos un generador AF, una bobina de resonancia AF, con un núcleo de ferrita cerrado, adecuado para la alta frecuencia, un cuerpo aislante que actúa como tobera de gas, así como un electrodo de alta tensión sujetado en el cuerpo aislante de tal modo que el gas del proceso fluye alrededor y a través
10 de los mismos. En una forma de realización preferible, el dispositivo comprende un capuchón electroconductor amovible, que presenta una ranura o un agujero en la zona delantera. La invención puede usarse de forma ventajosa para el tratamiento de materiales con plasma para fines cosméticos y médicos. La invención permite garantizar mediante la integración de la tobera de plasma y la electrónica de mando necesaria en un aparato portátil miniaturizado o mediante el uso de un cable de alta tensión corto que se cumplan las directivas de la compatibilidad
15 electromagnética (CEM) y minimizar la potencia perdida y realizar por lo tanto un uso móvil.

Estado de la técnica

Los plasmas de baja temperatura se usan ya desde hace algún tiempo para el tratamiento de superficies para el fin
20 de la activación de la superficie, el mordentado, la polimerización, la precipitación por capas, para la limpieza, así como para la reducción de gérmenes. En primer lugar, se usaron para ello sobre todo plasmas de baja presión, en los que pueden generarse en una medida definida las especies reactivas necesarias para los procesos mediante la elección de unos parámetros de proceso adecuados. Puesto que para numerosos procesos industriales, los procedimientos de plasma de baja presión no son adecuados por razones de costes y por razones de la técnica de
25 procedimientos, se desarrollaron procedimientos con plasma alternativos, que trabajan con presión atmosférica, por lo que son sustancialmente más económicos y pueden integrarse de forma más sencilla en líneas de fabricación correspondientes. Una posibilidad de conseguir la homogeneidad necesaria de los plasmas necesaria para la aplicabilidad de procedimientos con plasma a presión atmosférica, está en generar mediante una corriente dirigida del gas de trabajo (gas del proceso) un chorro de plasma en el exterior de la cámara de descarga.

30 En numerosos documentos de patentes se describen aplicaciones de plasmas en forma de chorros de este tipo. Por ejemplo en la publicación para información de solicitud de la patente DE 3733492 A1 se describe un dispositivo para la generación de un chorro de plasma, en el que una corriente de gas se hace pasar por una distancia de descarga de efecto corona entre un electrodo interior en forma de varilla y un electrodo exterior en forma de tubo. El
35 procedimiento descrito en el documento DE 19532412 C2 para el tratamiento con plasma de superficies está basado en la generación de un chorro de plasma mediante una corriente de gas fuerte, que se hace pasar por una distancia de descarga por arco voltaico. Para la generación de las descargas a presión atmosférica pueden usarse distintos tipos de alimentación de la energía eléctrica. Por ejemplo en los documentos US 6,194,036 B1 y US 6,262,523 B1, así como en la solicitud de patente US 2002/122896 A1 están descritas disposiciones que están basadas en la
40 excitación por AF de plasmas a presión atmosférica. En el área de la medicina, ya se usan desde hace muchos años unos plasmas especiales, excitados por AF, para la coagulación (coagulación con plasma de argón: US 4,781,175 A, US 4,060,088 A, DE 19513338 A1) o para la cirugía de AF. No obstante, en este campo hay entretanto también numerosos desarrollos más recientes, que tienen el objetivo de usar plasmas de este tipo, por ejemplo, también para el revestimiento de implantes para aumentar su biocompatibilidad, así como para el control de la adhesión de células
45 en superficies (Ohl A., Schröder K.: Plasma assisted surface modification of biointerfaces. En: Hippler R., Kersten H., Schmidt M., Schoenbach K. H. (ed.). Low Temperature Plasmas, Vol. 2. 803-820. Wiley-VCH, Weinheim 2008) para la descontaminación antimicrobiana de superficies (R. Brandenburg et al.: Contrib. Plasma Phys. 2007, 47, (1-2), 72-79), así como para el tratamiento de células y tejidos biológicos (I.E. Kieft et. al.: IEEE Transactions on Plasma Science 2005, 22, (2), 771-775).

50 La invención está basada en un dispositivo del tipo descrito en el documento del solicitante "DE 102006019664 A1". Allí está descrita una tobera de plasma AF manejable, en la que puede renunciarse a una red de adaptación AF en forma de un matchbox separado gracias al modo de construcción especial. De este modo es posible realizar un modo de construcción manejable de la tobera de plasma AF, que puede ser guiada tanto de forma manual como
55 mediante robot.

La conexión de la tobera de plasma y el generador AF mediante un cable más largo hace que los valores de la radiación electromagnética perturbadora que se producen durante el servicio de un dispositivo según el estado de la técnica rebasen por regla general el límite definido por las directivas europeas sobre la compatibilidad

electromagnética (CEM). Los dispositivos de este tipo no pueden usarse sin un esfuerzo técnico relativamente grande para garantizar que se cumplan estas directivas. Esto significa que su uso está limitado a aplicaciones en instalaciones industriales, que están protegidas hacia el exterior mediante medidas especiales respecto a la radiación electromagnética perturbadora. Para el uso móvil en zonas públicas, por ejemplo para fines médicos, odontológicos o cosméticos, solo es posible un uso de este dispositivo si cumple con los requisitos de CEM. La invención tiene el objetivo de realizar una herramienta de plasma basada en un chorro de plasma frío, excitado por AF, que cumpla con estos requisitos de CEM y que sea, por lo tanto, adecuado para el uso móvil en áreas de la medicina, odontología y cosmética. Otro objetivo es trabajar de forma especialmente cuidadosa en las regiones más sensibles del cuerpo. En un tratamiento con plasma se generan en particular especies reactivas (radicales) y radiación ultravioleta de vacío y ultravioleta (VUV/UV), que son importantes para el efecto del tratamiento. Por otro lado, el plasma se calienta por procesos de pérdida y la temperatura en la punta es de aproximadamente 50°C, lo que ha de considerarse "frío" en condiciones de plasma. En aplicaciones en la piel humana, el tratamiento local permanente de la piel con un plasma de esta temperatura conduce, no obstante, con el tiempo a una quemadura local. Para evitar quemaduras de este tipo, el plasma se mueve actualmente con una velocidad determinada por el lugar a tratar.

La corriente eléctrica, que fluye del electrodo de alta tensión (3) a través del plasma conductor a la superficie de la piel, produce otra irritación de la piel, que se manifiesta en un "cosquilleo" desagradable. Normalmente, esto es inofensivo y más o menos soportable. En regiones más sensibles del cuerpo, como por ejemplo en la cavidad bucal (en el caso de un tratamiento de las encías), esto es doloroso y ya no justificable.

Objetivo de la invención

El objetivo de la invención era superar los inconvenientes de las soluciones indicadas en el estado de la técnica.

Solución para conseguir el objetivo

El objetivo se consiguió según las características de las reivindicaciones.

Según la invención, se miniaturizaron todos los módulos necesarios para el servicio de la herramienta de plasma, incluido el generador AF de tal modo que pueden integrarse en un aparato portátil miniaturizado. De este modo se puso a disposición un aparato que es adecuado para el uso móvil en las áreas de la medicina, odontología y cosmética. La alimentación con tensión continua necesaria puede realizarse desde un aparato externo o interno.

La causa principal para una mayor radiación electromagnética perturbadora es la conexión larga por cable entre la tobera de plasma y un generador AF externo. La ventaja de la invención está sobre todo en que gracias a la integración de la tobera de plasma, la bobina de alta tensión y del generador AF en una herramienta de plasma manejable se suprime esta conexión por cable, por lo que se resuelve el problema de la compatibilidad electromagnética, de modo que se cumplen las condiciones previas técnicas para una homologación para el uso móvil, por ejemplo para fines médicos, odontológicos y cosméticos. Otra ventaja que resulta por la miniaturización es una mejor manejabilidad de la herramienta de plasma, que gracias a ello sobre todo es adecuado para microtratamientos con plasmas puntuales, locales. Además, se consigue mediante la invención una gran reducción de la potencia perdida. La consecuencia es que se reduce el calentamiento de la herramienta de plasma a un mínimo y que puede variarse claramente la potencia transformada en el plasma y por lo tanto la longitud del chorro de plasma, solo mediante la regulación de la tensión continua alimentada de forma externa al generador AF integrado.

La alternativa a la integración de la tobera de plasma, la bobina de alta tensión y el generador AF está en que, como está representado en la Figura 6, la tobera de plasma se desacopla de la fuente de alta tensión y se alimenta de forma externa mediante un cable de alta tensión adecuado, preferiblemente corto, así como mediante un tubo flexible correspondiente de gas del proceso. Esta disposición permite miniaturizar aún más la tobera de plasma y poder realizar gracias a ello también un tratamiento con plasma local en lugares difícilmente accesibles. En este caso se toman medidas adicionales para evitar una mayor radiación electromagnética perturbadora.

Esta disposición ofrece, además, la posibilidad de sustituir la tobera de plasma por otra fuente de plasma externa, adaptada al objeto a tratar.

La generación de la tensión de alta frecuencia necesaria para un encendido del plasma se realiza en las disposiciones de chorros de plasma descritas en el documento del solicitante "DE 102006019664 A1" mediante una

bobina con núcleo de aire. Para el blindaje de la alta frecuencia (cumplimiento de la CEM), así como para la sujeción de la disposición, la envoltura es por regla general una carcasa metálica. El campo electromagnético generado en la bobina con núcleo de aire genera corrientes turbulentas en la carcasa metálica que, por un lado, conducen a un calentamiento inductivo no deseado del metal y, por otro lado, deben ser generadas como potencia perdida por el generador AF (reducción de la eficiencia).

Para evitar este efecto, en la herramienta de plasma según la invención se usa una bobina con un núcleo de ferrita cerrado, adecuado para la alta frecuencia, que impide que salga el campo magnético generado por la bobina.

10 El objeto de la solicitud de patente es un dispositivo para la generación de un plasma frío, excitado por AF, en condiciones de presión atmosférica, comprendiendo un cuerpo hueco para la alimentación de un gas del proceso, un circuito resonante en serie para la generación de la alta tensión necesaria y un generador AF, caracterizado porque gracias a la miniaturización y la integración de los módulos electrónicos necesarios para ello (generador AF con controlador de potencia, disyuntor, bobina de resonancia AF y filtro AF) y una tobera de plasma, configurada dado el caso también como tobera intercambiable con distintas disposiciones de electrodos, en una carcasa metálica manejable, puede garantizarse el cumplimiento de las directivas de compatibilidad electromagnética (CEM), además de ser posible un uso móvil del aparato.

Según una forma de realización de la invención, el dispositivo comprende un capuchón (12) electroconductor, que presenta una ranura o un agujero (11) en la zona delantera. La ranura o el agujero debería tener una anchura máxima de 0,7 mm, la ranura puede tener preferiblemente una longitud de 8 mm. Este capuchón está conectado eléctricamente con la carcasa (7), por lo que también está puesto a tierra. El plasma termina en la zona de la ranura y debido a la geometría de la ranura no puede salir, según el principio de una jaula de Faraday. Este capuchón actúa como un tercer electrodo y conduce la corriente eléctrica a tierra. De este modo existe una ausencia de campos en el entorno directo de la ranura.

Las especies necesarias para el tratamiento y la radiación están, no obstante, a disposición detrás de la ranura, aunque algo atenuadas. Pudo comprobarse el efecto antimicrobiano.

30 Al mismo tiempo, este capuchón absorbe la energía térmica y las temperaturas son tan bajas que puede realizarse un tratamiento permanente en la piel, también en regiones sensibles.

La ventaja decisiva es que un capuchón amovible de este tipo representa una opción para el usuario. Cuando necesita un plasma "más fuerte", trabaja sin capuchón. El capuchón simplemente se coloca o retira, según la región de aplicación.

A continuación, la invención se explicará más detalladamente con ayuda de los dibujos representados en las Figuras 1 a 7, sin limitar la invención a estos ejemplos.

40 **Ejemplos de realización:**

La invención se explicará más detalladamente con ayuda de los dibujos representados en la Figura 1 a la Figura 7. Para la identificación de los distintos elementos de la estructura de los dispositivos se usan los siguientes signos de referencia:

45 Lista de signos de referencia:

1 Plasmas	8 Generador AF / placa de circuitos impresos
2 Electrodo (carcasa puesta a tierra)	9 Toma de tensión CC
3 Electrodo de alta frecuencia	10 Contacto de enchufe
4 Cuerpo aislante / tobera de gas	11 Ranura
5 Bobina de resonancia AF	12 Capuchón
6 Gas del proceso	13 Cable de alta tensión
7 Carcasa (metal)	14 Material conductor a tratar (p.ej. alambre: con o sin aislamiento)

La Figura 1 muestra a título de ejemplo la estructura esquemática del dispositivo según la invención de un aparato portátil de plasma con generador AF y circuito resonante en serie integrados. En una carcasa metálica (7), que actúa en la región del plasma (1) saliente como electrodo puesto a tierra (2), están dispuestos una placa de circuitos

impresos (8) con un diseño de placa adecuado para la compatibilidad electromagnética, una bobina de resonancia AF (5) con un núcleo de ferrita cerrado, adecuado para la alta frecuencia, un cuerpo aislante (4) que actúa como tobera de gas, así como un electrodo de alta tensión (3) sujetado en el cuerpo aislante (4) de tal modo que el gas del proceso (6) fluye alrededor y a través de los mismos. De este modo se consigue que el gas del proceso (6) consiga una refrigeración de la electrónica (8) y de la bobina (5). Para favorecer la miniaturización y un diseño adecuado para la CEM, la placa de circuitos impresos (8) está dotada preferiblemente de componentes SMD. El diagrama de bloques del circuito electrónico está representado en la Figura 2. El circuito electrónico realizado con la placa de circuitos impresos (8) está formado sustancialmente por un generador AF con un controlador de potencia para la generación de una tensión AF adecuada, con una frecuencia de aproximadamente 1 MHz y un disyuntor. Además, se usan dos filtros AF para evitar radiaciones electromagnéticas perturbadoras hacia el exterior a través de las líneas de alimentación a la alimentación de tensión CC dispuesta en el exterior del aparato portátil de plasma.

El ejemplo de realización representado en la Figura 1 del dispositivo según la invención está previsto en primer lugar para la generación de un chorro de plasma individual con un diámetro relativamente reducido y en esta forma de realización con una tobera de gas (4) hecha de material aislante sobre todo es adecuado para el servicio con gases nobles como gas del proceso.

Como está representado en la Figura 3, la tobera de plasma que trabaja con un electrodo puesto a tierra aislado puede equiparse con distintos electrodos de alta tensión. Además, de la estructura original con un electrodo individual en forma de aguja (Figura 3a), para un ensanchamiento del plasma efectivo es posible usar una disposición con varios electrodos en forma de aguja (Figura 3b: vista frontal, Figura 3c: vista lateral) o un electrodo en forma de cuchillo (Figura 3d: vista frontal, Figura 3e: vista lateral).

En el caso de un servicio con gases moleculares (p.ej. aire o N_2) como gas del proceso se usan toberas de plasma en las que el electrodo puesto a tierra no está aislado respecto a la cámara de gas. Unos ejemplos para formas de realización de este tipo de toberas de plasma están representados en la Figura 4 (Figura 4 a: tobera con un electrodo individual en forma de aguja, Figura 4 b: vista frontal de una tobera con varios electrodos en forma de aguja, Figura 4 c: vista lateral de una tobera con varios electrodos en forma de aguja, Figura 4 d: vista frontal de una tobera con un electrodo en forma de cuchillo, Figura 4 e: vista lateral de una tobera con un electrodo en forma de cuchillo). Las distintas toberas están configuradas de tal modo que son intercambiables conectándose los electrodos de alta tensión respectivamente mediante un contacto de enchufe (10) con la bobina de resonancia AF (5).

En la Figura 5 está representada una vez más la cabeza de la Figura 1. La forma de realización especial en comparación con la cabeza de la Figura 1 consiste en un capuchón (12) electroconductor, que presenta una ranura o un agujero (11) en la parte delantera. La ranura o el agujero tiene una anchura máxima de 0,7 mm; la ranura puede tener preferiblemente una longitud de 8 mm.

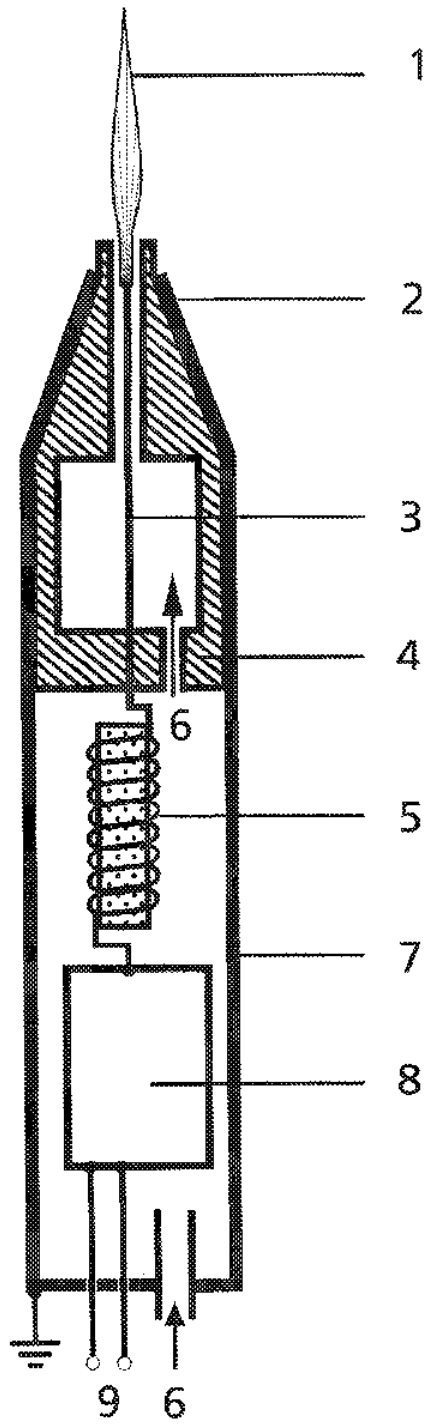
En la Figura 6 está representado que la tobera de plasma está desacoplada de la fuente de alta tensión y que se alimenta mediante un cable de alta tensión adecuado, preferiblemente corto, así como mediante un tubo flexible de gas del proceso correspondiente de forma externa.

La Figura 7 muestra como ejemplo una disposición con una fuente de plasma adecuada especialmente para el tratamiento con plasma de alambre aislados o no aislados.

REIVINDICACIONES

1. Dispositivo para la generación de un chorro de plasma frío, comprendiendo una carcasa metálica (7), que actúa en la región del plasma (1) saliente como electrodo puesto a tierra (2) y en la que están dispuestos un generador AF (8), una bobina de resonancia AF (5) con un núcleo de ferrita cerrado, adecuado para la alta frecuencia, un cuerpo aislante (4) que actúa como tobera de gas, así como un electrodo de alta tensión (3) sujetado en el cuerpo aislante (4) de tal modo que el gas del proceso (6) fluye alrededor y a través de los mismos.
2. Dispositivo según la reivindicación 1, **caracterizado porque** comprende un capuchón (12) electroconductor amovible, que presenta una ranura o un agujero (11) en la zona delantera.
3. Dispositivo según la reivindicación 2, **caracterizado porque** la ranura o el agujero tiene una anchura máxima de 0,7 mm.
- 15 4. Dispositivo según la reivindicación 2 o 3, **caracterizado porque** el capuchón está conectado eléctricamente con la carcasa (7).
5. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizado porque** el generador AF (8) está integrado en una placa de circuitos impresos (8) con un diseño de placa adecuado para la CEM.
- 20 6. Dispositivo según la reivindicación 5, **caracterizado porque** la placa de circuitos impresos (8) está dotada de componentes SMD u otras soluciones en miniatura como MEMS (Micro-Electro-Mechanical Systems).
7. Dispositivo según la reivindicación 5 o 6, **caracterizado porque** la placa de circuitos impresos (8) comprende un controlador de potencia para la generación de una tensión AF adecuada con una frecuencia de aproximadamente 1 MHz y un disyuntor.
- 25 8. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizado porque** tiene filtros AF, para evitar radiaciones electromagnéticas perturbadoras hacia el exterior a través de las líneas de alimentación a la alimentación de tensión CC (9) dispuesta en el exterior del aparato portátil de plasma.
- 30 9. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizado porque** como gas del proceso sirven gases nobles, aire, oxígeno o nitrógeno o cualquier tipo de mezclas de combinaciones de dichos gases.
- 35 10. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizado porque** el electrodo de alta tensión (3) es un electrodo individual en forma de aguja o un electrodo en forma de cuchillo o porque varios electrodos en forma de aguja sirven como electrodo de alta tensión (3).
11. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizado porque** las toberas de gas son intercambiables y porque los electrodos de alta tensión (3) están conectados respectivamente mediante un contacto de enchufe (10) con la bobina de resonancia AF (5).
12. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizado porque** en caso del servicio con gases moleculares (p.ej. aire o nitrógeno) como gas del proceso, el electrodo puesto a tierra (2) no está aislado respecto a la cámara de gas.
- 45 13. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado porque** se trata de un aparato portátil con servicio adicional por batería.
- 50 14. Dispositivo según una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizado porque** la tobera de gas está desacoplada de la fuente de alta tensión y se alimenta de forma externa mediante un cable de alta tensión así como un tubo flexible de gas del proceso.

Fig. 1



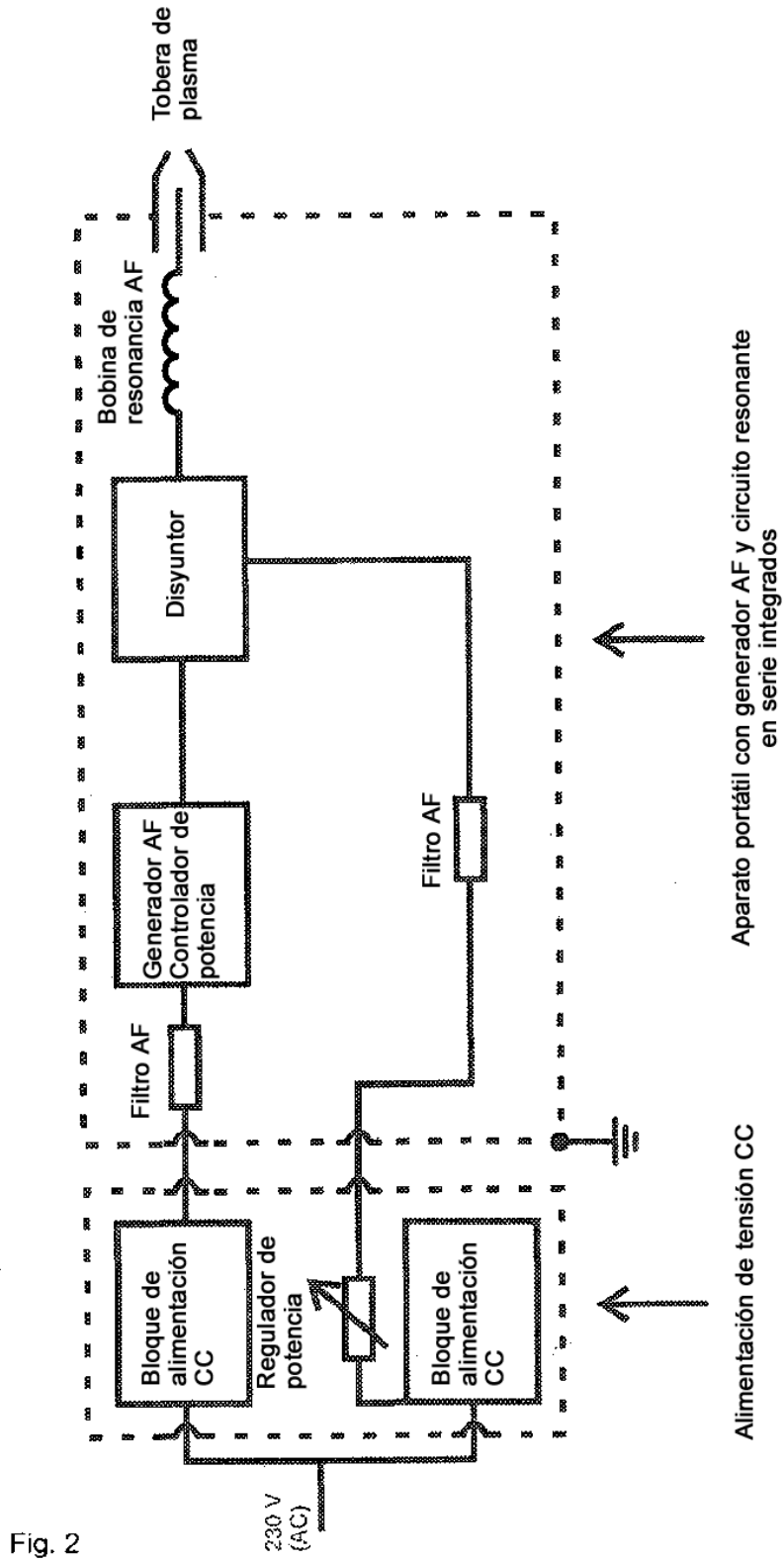


Fig. 2

Fig. 3

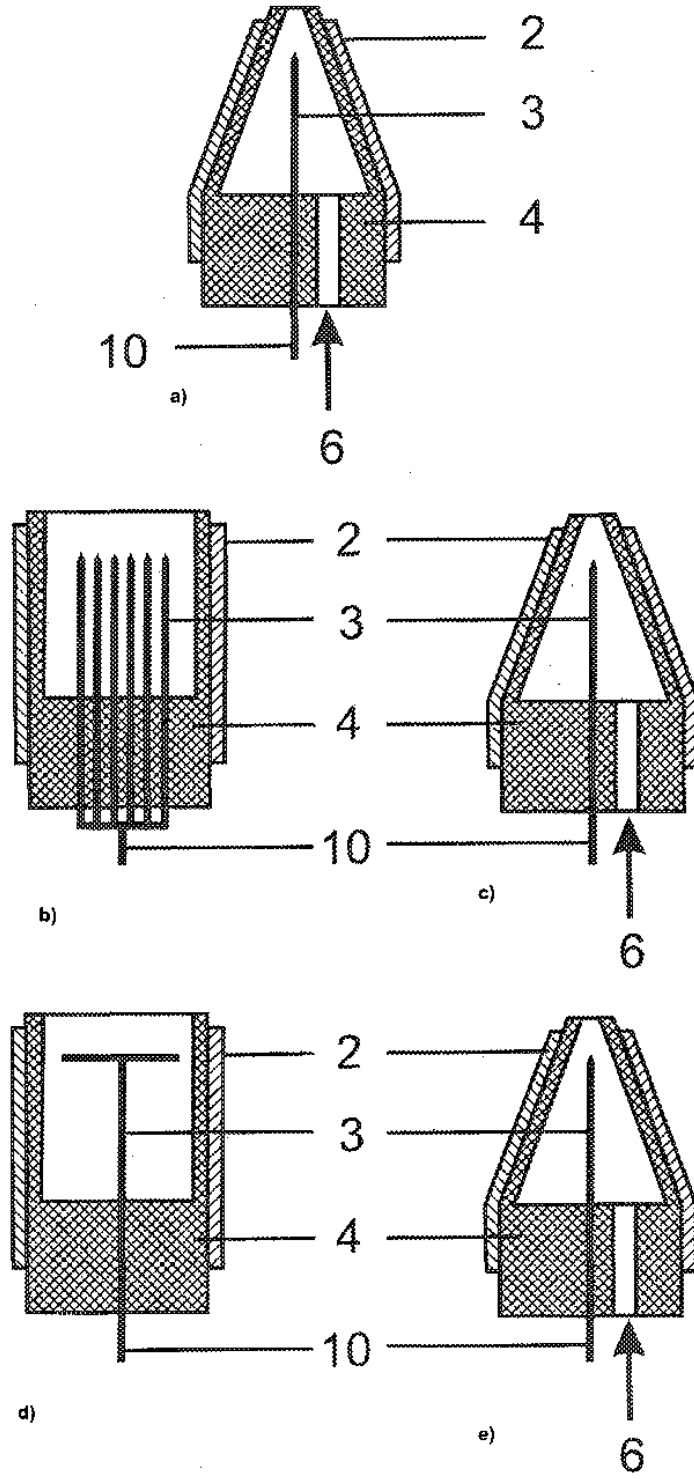


Fig. 4

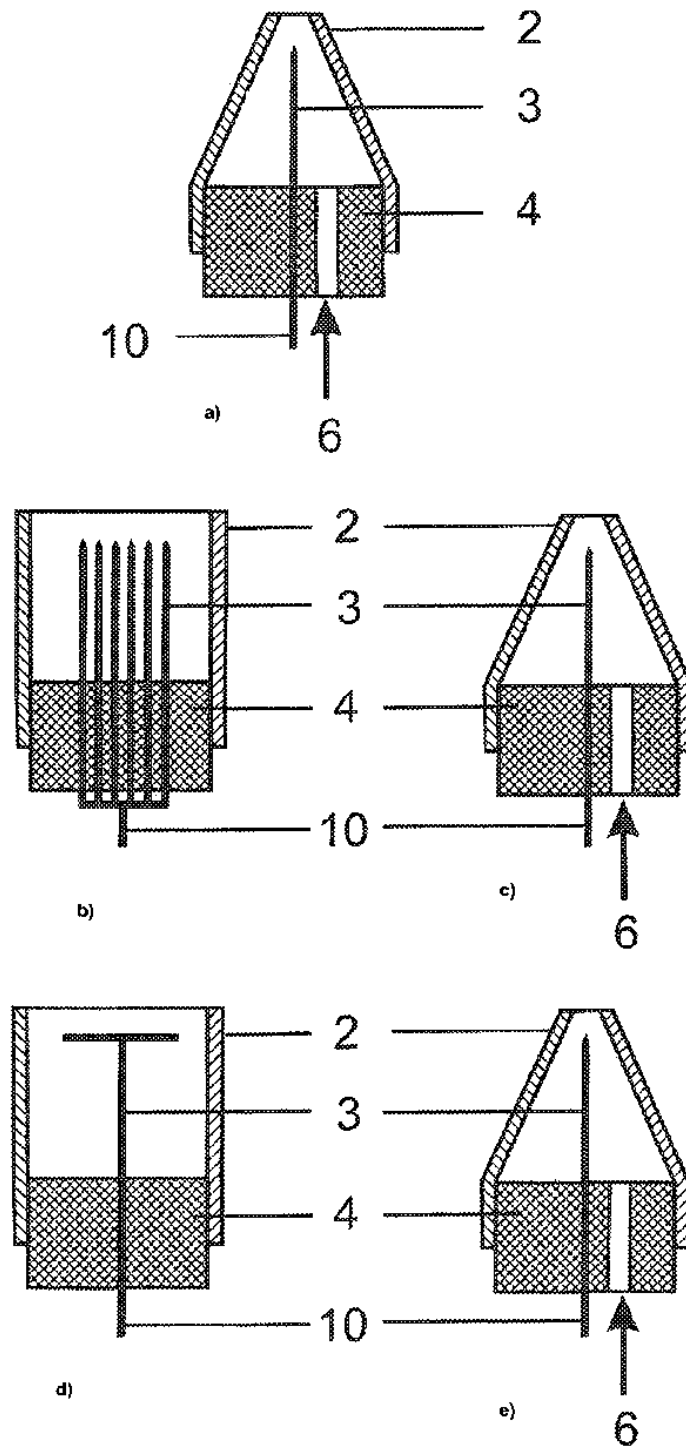


Figura 5

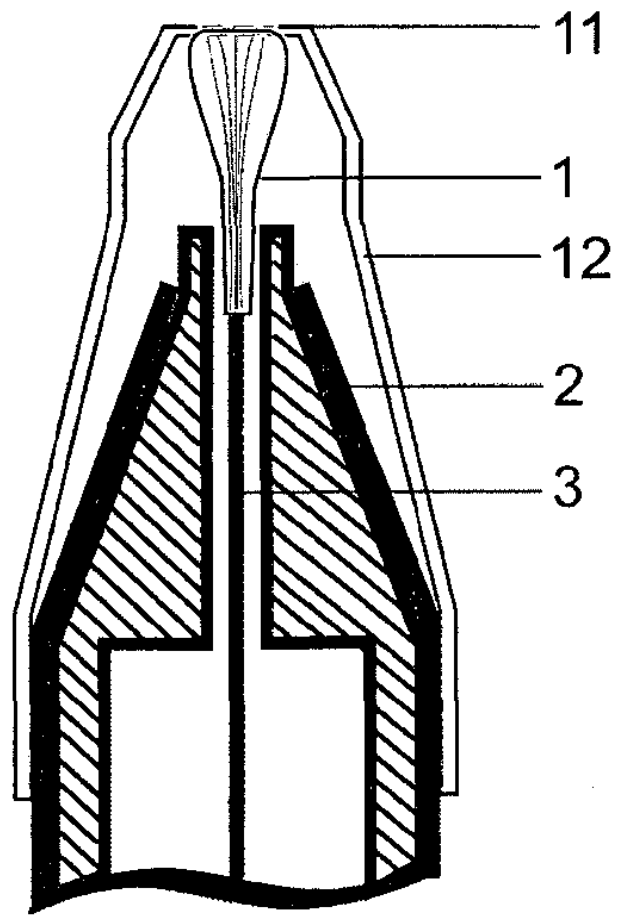
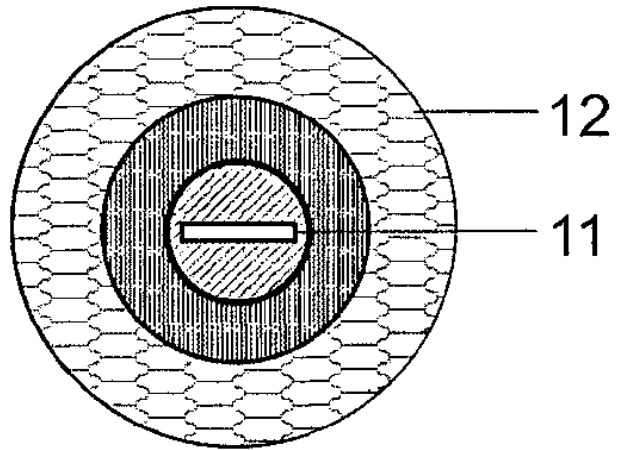


Figura 6

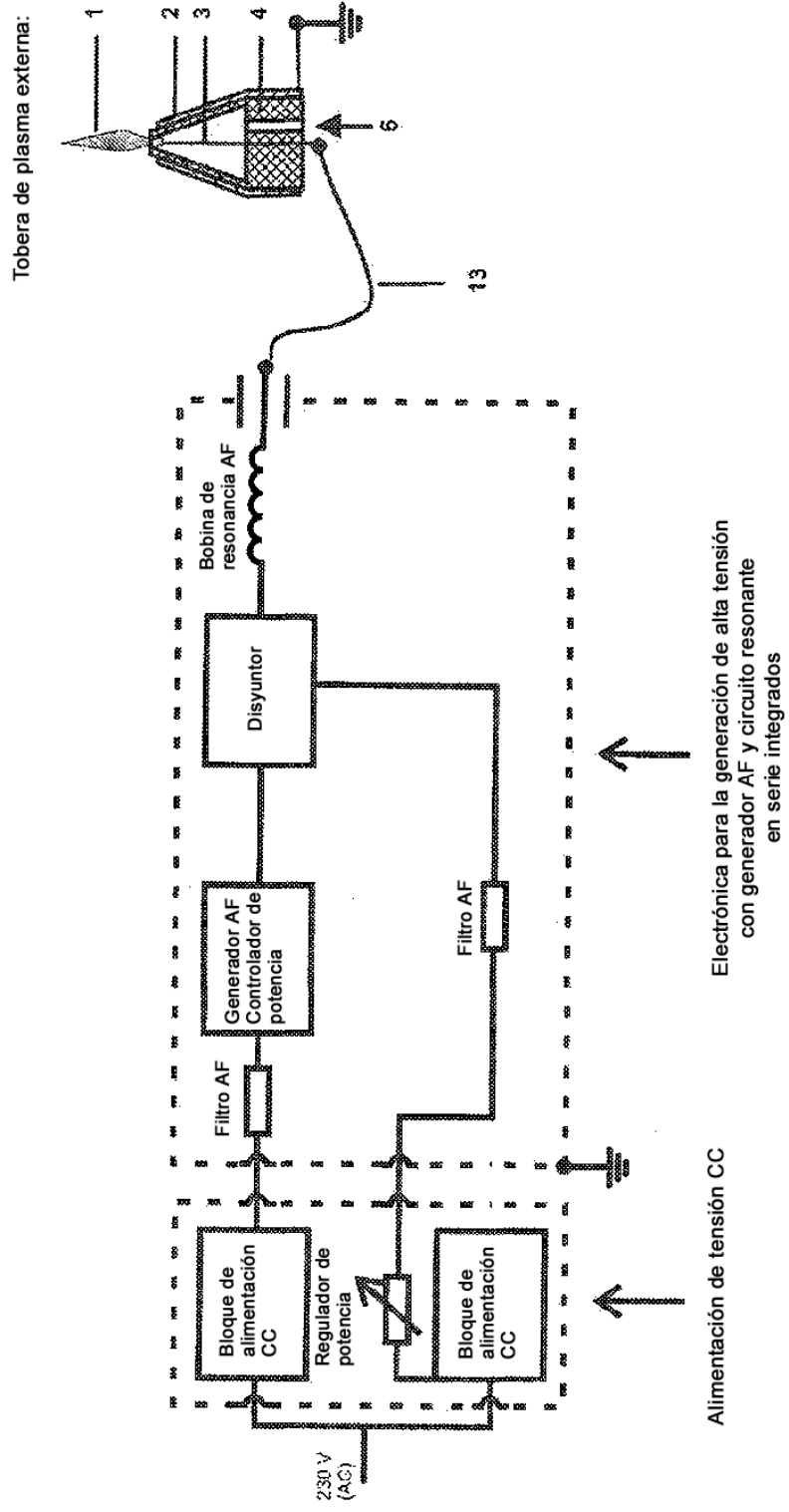


Figura 7

