



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 333 300**

51 Int. Cl.:
H05H 1/46 (2006.01)
H01J 37/32 (2006.01)
H03H 7/38 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **01925347 .5**
96 Fecha de presentación : **21.02.2001**
97 Número de publicación de la solicitud: **1410698**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **21.04.2004**

54 Título: **Red de adaptación de alta frecuencia.**

30 Prioridad: **24.02.2000 DE 100 08 483**
24.02.2000 DE 100 08 484
24.02.2000 DE 100 08 485
24.02.2000 DE 100 08 486

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
19.02.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
19.02.2010

73 Titular/es:
C.C.R. GmbH, Beschichtungstechnologie
Maarweg 30
53619 Rheinbreitbach, DE

72 Inventor/es: **Weiler, Manfred y**
Dahl, Roland

74 Agente: **Carpintero López, Mario**

ES 2 333 300 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

Red de adaptación de alta frecuencia.

5 La invención se refiere a un dispositivo para la alimentación de un campo alterno eléctrico de alta frecuencia en una descarga de gas de baja presión, a continuación designado como plasma, con al mismo tiempo igualación de la impedancia de carga en la resistencia interior de un generador de alta frecuencia habitual en el mercado, a continuación denominada red de adaptación de alta frecuencia.

10 Plasmas excitados de alta frecuencia se emplean hoy en día en muchos campos tecnológicos, no obstante, en particular en el tratamiento de superficies de sólidos. Así se emplean plasmas de alta frecuencia, por ejemplo, para la separación apoyada por plasma de capas finas o para la limpieza y corrosión de superficies. Durante el funcionamiento de plasmas de alta frecuencia es necesaria la utilización de redes de adaptación de impedancia para modular la impedancia de carga a la resistencia interna del generador de alta frecuencia empleado. Solo si la impedancia de
15 carga coincide con la resistencia interna del generador es posible una transmisión óptima de la potencia del generador al consumidor. En general entre el consumidor y el generador se conecta una red de adaptación de impedancia que realiza la igualación de las dos impedancias.

Las redes de adaptación para la excitación de plasma permiten según el estado de la técnica sólo la igualación
20 inductiva de la impedancia de carga con la resistencia interna del generador, para minimizar la potencia reflejada y por consiguiente optimizar la potencia alimentada en el plasma. El acoplamiento del campo alterno eléctrico con el plasma se realiza en este caso a través de un electrodo en contacto con el plasma o a través de la radiación del campo a través de un medio dieléctrico. Para la eficiencia de la excitación del plasma tiene una importancia especial si en la excitación del plasma predomina la parte capacitiva o inductiva de la excitación. Existe una excitación capacitiva
25 si la onda electromagnética se irradia a través de la capa de borde del plasma y en su extensión hacia el centro del plasma experimenta una amortiguación exponencial. En el caso de la excitación inductiva, el acoplamiento del campo alterno eléctrico se realiza a través de un campo alterno magnético inducido en el plasma. En general la excitación está compuesta de una excitación mixta con una parte capacitiva e inductiva. En el caso de potencia de alta frecuencia exterior mantenida, la parte capacitiva del acoplamiento de plasma se determina por la amplitud de la tensión y la parte
30 inductiva por la amplitud de la corriente del campo alterno eléctrico acoplado con el electrodo.

Rayner, Cheetham y French han descrito en J. Vac. Sci. Technol. A 14(4) (Julio/Agosto 1996), páginas 2048 - 2055, ya una red de adaptación de alta frecuencia que se compone de dos circuitos, estando acoplados éstos entre sí a través del flujo inductivo de las bobinas con núcleo de aire de alta frecuencia.

35 El documento GB-A-2 206 251 da a conocer una red de adaptación de alta frecuencia con dos circuitos, estando acoplados éstos entre sí a través del flujo inductivo de las bobinas de alta frecuencia.

La invención tiene el objetivo de proporcionar una red de adaptación de alta frecuencia con pocas pérdidas para
40 la excitación de plasma, que haga posible la elección libre de la amplitud de corriente y tensión con al mismo tiempo igualación de la impedancia de carga con la resistencia interna del generador de alta frecuencia y por consiguiente permita un ajuste continuo entre excitación capacitiva e inductiva del plasma.

Según la invención la red de adaptación de alta frecuencia está hecha de un circuito primario, en el que se alimenta
45 la potencia de un generador de alta frecuencia, con un condensador cualquiera y un condensador variable y una bobina con núcleo de aire de alta frecuencia, así como un circuito secundario con un condensador fijo o variable, una bobina con núcleo de aire de alta frecuencia y al menos un electrodo de excitación para la generación del plasma, estando acoplados entre sí los circuitos a través del flujo inductivo de las bobinas con núcleo de aire de alta frecuencia y adicionalmente de forma capacitiva. Puede elegirse entre acoplamiento de plasma capacitivo e inductivo al emplear
50 un condensador variable en el circuito secundario de forma continua.

El grado de acoplamiento capacitivo entre el circuito primario y el secundario puede ajustarse por uno o varios condensadores fijos o un condensador variable. Como condensador puede emplearse, por ejemplo, un condensador de aire de alta frecuencia de un metal común con pequeña resistencia eléctrica, que está provisto en la superficie
55 de una capa de oro o un metal de platino, por ejemplo, platino, según se describe en el registro de Patente Alemana "Hochfrequenz-Luftkondensator (Condensador de aire de alta frecuencia)" con número de referencia oficial 100 08 483.4 de la empresa CCR GmbH Beschichtungstechnologie. El condensador de aire de alta frecuencia puede estar configurado como condensador de placas, condensador cilíndrico o condensador esférico. El condensador está configurado preferiblemente como condensador ajustable, por ejemplo, como condensador ajustable diferencial de
60 placas al aire, en particular con una curva característica multilíneal, según se describe en el registro de Patente Alemana "Differential-Luftplattentrimmer mit multi-linearer Kennlinie (Condensador ajustable diferencial de placas al aire con curva característica multilíneal)" con el número de referencia oficial 100 08 486.9 de la empresa CCR GmbH Beschichtungstechnologie.

65 Un condensador ajustable diferencial de placas al aire semejante, con el que pueden adaptarse mejor funciones sencillas funcionales debido a la curva característica multilíneal, presenta a diferencia de los condensadores ajustables de placas al aire lineales una combinación de placas de estator y/o de rotor convencionales y segmentadas. En los condensadores ajustables diferenciales de placas al aire se emplean sólo placas de estator y de rotor que son similares

ES 2 333 300 T3

a un segmento circular de 180° o un rectángulo con relación de lados 2:1, por lo que el condensador ajustable consigue sólo una curva característica lineal. El condensador ajustable diferencial de placas al aire preferido por el contrario se dota adicionalmente también de segmentos de forma circular o rectangular con ángulos < 180°. Por ello se obtiene una curva característica multilineal, es decir, la curva característica se compone de rectas parciales de pendiente diferente. Para la representación de una función n-veces lineal se necesita adicionalmente a las placas convencionales de condensadores ajustables un número de n - 1 placas diferentemente segmentadas. El número necesario de placas del tipo de segmento correspondiente debe adaptarse a la función respectiva a representar. La función deseada puede aproximarse generalmente más exactamente cuanto mayor es el número de los tipos diferentes de segmentos. La curva característica del condensador ajustable diferencial de placas al aire multilineal puede adaptarse por consiguiente muy bien a las funciones sencillas funcionales. Ventajosamente sólo un lado del estator se opone a las placas de rotor segmentadas. El lado de estar no necesita de forma opuesta las placas del estator segmentadas. Las placas de estator y/o las placas de rotor pueden estar configuradas como segmentos de 180° convencionales.

En el caso del acoplamiento capacitivo puede variarse a través de la variación de la amplitud de alta frecuencia la caída de tensión a través de la capa de borde de plasma y por consiguiente el potencial de plasma en referencia al potencial de tierra. A través de la variación de la amplitud de alta frecuencia puede ajustarse con ello la energía de los iones, puesto que la energía de los iones se determina por el potencial del plasma. Si se emplea el condensador ajustable diferencial de placas al aire multilineal mencionado en lugar de un condensador ajustable ordinario, así durante la variación del potencial del plasma no es necesaria una adaptación posterior del circuito de resonancia a través de la variación del acoplamiento capacitivo. La energía iónica puede ajustarse por consiguiente de forma muy sencilla a través sólo de un condensador ajustable único. Si no es necesaria una energía iónica ajustable continuamente, así puede sustituirse el condensador ajustable diferencial por condensadores fijos.

La frecuencia de resonancia del circuito primario y secundario puede adaptarse a la frecuencia del generador a través de un condensador ajustable primario, así como uno secundario, y/o por variación del acoplamiento inductivo entre la bobina primaria y secundaria, en particular por variación de la distancia axial y radial entre las bobinas. En paralelo a los condensadores ajustables pueden conectarse adicionalmente condensadores fijos. De forma ideal el circuito primario está dimensionado e forma que se consiguen elevadas amplitudes de tensión (resonancia de tensión), y el circuito secundario de forma que se consiguen elevadas amplitudes de corriente (resonancia de corriente).

Como bobinas con núcleo de aire de alta frecuencia se emplean en particular bobinas con núcleo de aire de alta frecuencia refrigerables en forma de un tubo de un metal común con pequeña resistencia eléctrica, que al menos en su superficie exterior están provistas de una capa de oro o un material de platino, por ejemplo, platino, según se describe en el registro de Patente Alemana "Kühlbare Hochfrequenz-Luftspule (Bobina con núcleo de aire de alta frecuencia refrigerable)" con el número de referencia oficial 100 08 484.2 de la empresa CCR GMBH Beschichtungstechnologie. El tubo puede tener una sección transversal cualesquiera. Ésta no está establecida en una forma circular, sino que puede resultar también de forma cuadrada o rectangular. Para la refrigeración se irriga la bobina con núcleo de aire de alta frecuencia por un medio líquido, preferiblemente con agua. La bobina puede estar curvada arrollada en forma helicoidal o espiral, así como en el último caso al mismo tiempo de forma esférica. El diámetro de las bobinas se encuentra preferiblemente entre 10 y 100 mm.

Para la generación de la resonancia de corriente en el circuito secundario, la inductividad global de este circuito debería ser lo más pequeña posible. La bobina secundaria se reduce entonces a un mínimo en los arrollamientos, preferiblemente a sólo una espira. Para la generación de la resonancia de tensión en el circuito primario, la inductividad de este circuito debería ser lo mayor posible. Por ello la bobina primaria está hecha de varios arrollamientos, preferiblemente de 2 a 10. El diámetro de las bobinas debería encontrarse entre 10 y 100 mm.

El electrodo de excitación para la excitación del plasma puede estar dispuesto tanto en el vacío como fuera de él. Si el electrodo de excitación está dispuesto en el vacío, puede estar unido con la parte atmosférica del circuito secundario a través del paso de corriente por el vacío. También todo circuito secundario compuesto de condensador ajustable, bobina, electrodo de excitación así como elementos de conexión puede estar dispuestos en el vacío, pudiéndose ajustar el condensador ajustable secundario por un paso mecánico a prueba de vacío. Entre las dos bobinas de acoplamiento, una ventana dieléctrica de un material no magnético y permeable magnéticamente puede servir para la separación del vacío de la atmósfera. Una ventana semejante puede estar hecha de plástico, por ejemplo, teflón, de vidrio, por ejemplo, vidrio de cuarzo o de ventana, así como de óxido de aluminio o de cerámica.

La red de adaptación de impedancia según la invención puede emplearse en conexión con todos los electrodos de excitación posibles y discrecionales para la excitación del plasma. No existen restricciones respecto a la forma, geometría, material, disposición, número, etc. del electrodo de excitación.

Para obtener una amplitud de corriente lo más elevada posible en el caso de una potencia de alta frecuencia mantenida, deben estar configurados además todos los componentes de la red de adaptación de forma que aparezcan las pérdidas de potencia óhmica más pequeñas posibles. Habitualmente los componentes individuales o todos los componentes guiados a alta frecuencia de las redes de adaptación, en particular los elementos de conexión, pistas conductoras, bobinas con núcleo de aire de alta frecuencia, condensadores, pasos de corriente por el vacío y bobinas de excitación, están hechos de un metal con pequeña resistencia eléctrica. Por motivos económicos se eligen habitualmente metales comunes, por ejemplo, cobre, hierro, zinc, aluminio o sus aleaciones como por ejemplo latón.

ES 2 333 300 T3

Además, con las frecuencias aquí pretendidas entre 1 y 50 MHz la corriente fluye debido al efecto piel sólo en la superficie del conductor sobre una capa de borde con un espesor de algunos micrómetros. En los materiales conductores convencionales, como por ejemplo cobre, la superficie del conductor reacciona por el contacto con el oxígeno o el nitrógeno del aire y se forma una capa de óxido o nitrato sobre la superficie, que disminuye considerablemente la conductividad en la superficie del conductor y por consiguiente aumenta las pérdidas óhmicas para alta frecuencia. Debería procurarse que se mantenga la conductividad de la superficie. Esto puede ocurrir por el revestimiento de los componentes individuales o de todos los componentes guiados a alta frecuencia al menos en su superficie exterior con una capa de oro o un metal de platino, por ejemplo, platino.

Si metales nobles, por ejemplo, oro o platino se aplican sobre metales comunes, por ejemplo, cobre o latón, así existe el peligro de que el metal noble se difunda en el material de soporte o el material de soporte en el metal noble. Esto tiene como consecuencia que la conductividad en la superficie disminuye por los motivos mencionados para el metal común. El proceso de difusión puede impedirse mediante un bloqueo de difusión, por ejemplo, una capa muy delgada de níquel que se aplica antes de la aplicación de la capa de oro o el metal de platino sobre el metal común. Por consiguiente está asegurada la estabilidad de larga duración de la capa metálica exterior. Ambas capas pueden ser aplicadas de forma plasmaquímica o galvánica y preferiblemente como capa cerrada de un espesor de 10 nm hasta 10 μm , preferiblemente 1 μm .

Las dos capas, es decir, el bloqueo de difusión y la capa aplicada sobre éste de oro o del metal de platino están igualmente descritas detalladamente en los dos registros de Patentes Alemanas "Kühlbare Hochfrequenz-Luftspule (Bobina con núcleo de aire de alta frecuencia refrigerable)" con el número de referencia oficial 100 08 484.2 así como "Hochfrequenz-Luftkondensator (Condensador de aire de alta frecuencia)" con el número de referencia oficial 100 08 483.4 de la empresa CCR GMBH Beschichtungstechnologie.

Los componentes individuales o todos los componentes guiados a alta frecuencia de la red de adaptación pueden refrigerarse con un medio líquido, preferiblemente con agua.

Con la red de adaptación según la invención, que puede emplearse para la generación de un chorro de plasma casi neutral o chorro de iones, en particular puede optimizarse la excitación puramente inductiva, lo que conduce a una eficiencia de excitación considerablemente mayor. Además, por ello se hace posible el uso de excitaciones de resonancia especiales, como la resonancia de onda del electrón - ciclotrón o la resonancia de amortiguación Landau.

La red de adaptación de alta frecuencia según la invención puede emplearse, por ejemplo, en una fuente de plasma o de iones de alta frecuencia, según se describe en el registro de Patente Alemana "Hochfrequenz-Plasmaquelle (Fuente de plasma de alta frecuencia)" con el número de referencia oficial 100 08 482.6 de la empresa CCR GMBH Beschichtungstechnologie.

A continuación se clarifica la invención mediante los dibujos a modo de ejemplo:

Figura 1 muestra una interconexión posible de la red de adaptación de impedancia,

Figura 2 muestra una variante de la red de adaptación de impedancia,

Figura 3 muestra un sistema para la transmisión del campo alterno eléctrico en el vacío,

Figura 4 muestra otra variante de la red de adaptación de impedancia,

Figura 5 muestra la estructura de capa de los componentes guiados a alta frecuencia,

Figura 6 muestra placas de estator o de rotor segmentadas,

Figura 7 muestra la estructura esquemática de un condensador ajustable diferencial doble lineal,

Figura 8 muestra una comparación de curvas características lineales y doble lineales,

Figura 9 muestra una bobina con núcleo de aire de alta frecuencia arrollada en forma espiral,

Figura 10 muestra una bobina con núcleo de aire de alta frecuencia arrollada en forma espiral y curvada de forma esférica.

La conexión de la red de adaptación en la figura 1 está hecha de dos circuitos oscilantes acoplados, el circuito primario (1) así como el secundario (2). La potencia del generador de alta frecuencia (11) se introduce en el circuito primario (1). En el circuito secundario (2) se encuentra un electrodo de excitación (3) situado en el vacío para la generación del plasma. En este caso el electrodo de excitación (3) se une con el circuito secundario (2) a través de dos pasos de corriente por el vacío (12). El acoplamiento de dos circuitos (1, 2) se realiza tanto de forma inductiva mediante un transformador compuesto de dos bobinas con núcleo de aire de alta frecuencia (9, 6), como también de forma capacitiva mediante un condensador ajustable diferencial (10). El circuito primario (1) está hecho de una bobina con núcleo de aire (9), un condensador cualquiera (7) y un condensador variable (condensador ajustable primario) (8).

El condensador (7) se sitúa en paralelo a la salida del generador de alta frecuencia, estando conectado habitualmente un polo del generador de alta frecuencia (11) al potencial de masa. Igualmente en paralelo a la salida del generador de alta frecuencia (11) se sitúa la conexión en serie del condensador ajustable primario (8) y la bobina primaria (9), estando unido el condensador ajustable primario (8) con el polo de masa del generador de alta frecuencia (11). El circuito secundario está hecho de la conexión en serie de la bobina secundaria (6), un condensador variable (condensador ajustable secundario) (5) y el electrodo de excitación (3). El polo central del condensador ajustable diferencial está conectado en este caso entre la bobina primaria (9) y el condensador ajustable primario (8). Los polos laterales del condensador ajustable diferencial (10) están puestos al potencial de masa o bien están unidos con el polo central del electrodo de excitación (3). En caso de necesidad pueden conectarse adicionalmente condensadores fijos en paralelo a todos los condensadores ajustables.

La figura 2 muestra una variante de la red de adaptación representada en la figura 1, en la que todo el circuito secundario (2) está dispuesto en el vacío. La separación entre vacío y atmósfera se realiza entre las dos bobinas con núcleo de aire (6, 9) del circuito primario o el secundario (1, 2) acopladas a través del flujo de inducción. Para la separación de vacío y atmósfera se emplea una ventana dieléctrica (13) (figura 3), que no interrumpe el flujo de inducción de las dos bobinas de acoplamiento (6, 9). Entre la ventana (13) y la pared posterior del recipiente de plasma (14) está dispuesta una junta de vacío (15). La modulación del circuito secundario por el condensador ajustable (5) se realiza ahora mediante un paso mecánico a prueba de vacío (16).

La figura 4 muestra una variante desarrollada de la red de adaptación, en la que el condensador ajustable secundario (5) ha sido sustituido por un condensador fijo (17) y la modulación del circuito oscilante se realiza por el condensador ajustable primario (8) así como por la variación del acoplamiento inductivo entre la bobina primaria (9) y la secundaria (6). Para ello se varía la distancia axial y radial entre la bobina primaria (9) y la secundaria (6), alojándose de forma móvil componentes de la red de adaptación en el lado de la atmósfera. La unión entre componentes del circuito primario alojados de forma móvil y fijados de forma fija se realiza en este caso a través de pistas conductoras flexibles o cables de alta frecuencia.

La figura 5 muestra la estructura de capa de los componentes de la red de adaptación guiados a alta frecuencia. El material base de los componentes (26) está provisto de una capa de níquel (25) cerrada que sirve como bloqueo de difusión. Sobre esta capa se aplica una capa de oro (24).

La figura 6 muestra una selección de placas segmentadas de condensadores ajustables de un condensador ajustable diferencial de placas al aire con una curva característica multilineal. Los segmentos de 135° (18, 19), los segmentos de 90° (20, 21) y los segmentos de 45° (22, 23) representados son necesarios para conseguir una función multilineal adicionalmente a las placas de condensadores ajustables convencionales.

La figura 7 muestra como ejemplo para un condensador ajustable diferencial de placas al aire multilineal un condensador ajustable diferencial doble lineal. Está hecho a partir de un eje (28) giratorio sobre el que está dispuesto el rotor. El rotor está construido a partir de cinco segmentos circulares de 180° (27) convencionales así como diez segmentos de 90° (20). El lado de estator C1 está hecho de cinco placas de estator convencionales que se colocan sobre el soporte de estator (29). El lado de estator C2 está hecho de quince placas de estator convencionales que están colocadas sobre el segundo soporte de estator (30). Los segmentos de rotor de 90° (20) están dispuestos de forma que sólo barren las placas de estator del lado de estator C2. De forma análoga pueden estar configuradas también las placas de estator como segmentos parciales para obtener una curva característica multilineal del condensador ajustable.

En la figura 8 está representada la curva característica de un condensador ajustable diferencial de placas al aire doble lineal, es decir, lado de estator C1 en función de lado de estator C2. La curva característica se compone de dos líneas parciales de pendiente diferente. Mediante estos condensadores ajustables diferenciales doble lineales puede aproximarse, comparado con una curva característica convencional lineal, la función representada no lineal con exactitud aumentada.

Las figuras 9 y 10 muestran posibles formas constructivas de bobinas con núcleo de aire de alta frecuencia según la invención. Éstas están hechas preferiblemente de un tubo de metal arrollado en forma de espiral (figura 9). La bobina arrollada en forma de espiral puede ser curvada adicionalmente también de forma esférica (figura 10).

Lista de referencias

- 1 Circuito primario de la red de adaptación de impedancia
- 2 Circuito secundario de la red de adaptación de impedancia
- 3 Electrodo de excitación
- 4 Plasma
- 5 Condensador variable (condensador ajustable)

ES 2 333 300 T3

	6	Bobina con núcleo de aire de alta frecuencia
	7	Condensador
5	8	Condensador variable (condensador ajustable)
	9	Bobina con núcleo de aire de alta frecuencia
	10	Condensador ajustable diferencial
10	11	Generado de alta frecuencia
	12	Paso de corriente por el vacío
15	13	Ventana dieléctrica
	14	Pared posterior del recipiente de plasma
	15	Junta de vacío
20	16	Paso mecánico a prueba de vacío
	17	Condensador fijo
25	18	Placa de condensador ajustable segmentado (segmento circular de 135°)
	19	Placa de condensador ajustable segmentado (segmento rectangular de 135°)
	20	Placa de condensador ajustable segmentado (segmento circular de 90°)
30	21	Placa de condensador ajustable segmentado (segmento rectangular de 90°)
	22	Placa de condensador ajustable segmentado (segmento circular de 45°)
35	23	Placa de condensador ajustable segmentado (segmento rectangular de 45°)
	24	Capa de oro
	25	Bloqueo de difusión de níquel
40	26	Material base del componente guiado a alta frecuencia
	27	Placa de rotor convencional (segmento circular de 180°)
45	28	Eje giratorio
	29	Soporte de estator
50	30	Soporte de estator

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Red de adaptación de alta frecuencia constituida por

- un circuito primario (1) con un condensador cualquiera (7) y un condensador variable (8) y una bobina con núcleo de aire de alta frecuencia (9) así como
- un circuito secundario (2) con un condensador cualquiera (5, 17), una bobina con núcleo de aire de alta frecuencia (6) y al menos un electrodo de excitación (3),

en la que los circuitos (1, 2) están acopladas entre sí a través del flujo inductivo de las bobinas con núcleo de aire de alta frecuencia (6, 9), **caracterizada** porque el circuito primario (1) y el secundario (2) están acoplados adicionalmente también de forma capacitiva a través de uno o varios condensadores.

2. Red de adaptación de alta frecuencia según la reivindicación 1, **caracterizada** porque puede elegirse entre acoplamiento de plasma capacitivo e inductivo.

3. Red de adaptación de alta frecuencia según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizada** porque puede elegirse continuamente entre un acoplamiento de plasma capacitivo e inductivo.

4. Red de adaptación de alta frecuencia según una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada** porque el acoplamiento capacitivo se realiza a través de uno o varios condensadores fijos.

5. Red de adaptación de alta frecuencia según una de las reivindicaciones 1 a 4, **caracterizada** porque el acoplamiento capacitivo se realiza por un condensador variable.

6. Red de adaptación de alta frecuencia según una de las reivindicaciones 1 a 5, **caracterizada** porque el acoplamiento capacitivo se realiza por un condensador (10) ajustable diferencial.

7. Red de adaptación de alta frecuencia según la reivindicación 6, **caracterizada** porque como condensador ajustable diferencial se emplea un condensador (10) ajustable diferencial de placas al aire, que para la obtención de una curva característica multilíneal presenta una combinación de placas de estator y/o de rotor convencionales y segmentadas.

8. Red de adaptación de alta frecuencia según una de las reivindicaciones 1 a 7, **caracterizada** porque la frecuencia de resonancia del circuito primario (1) y del secundario (2) puede adaptarse a la frecuencia del generador a través de un condensador ajustable primario (8) y de uno secundario (5).

9. Red de adaptación de alta frecuencia según una de las reivindicaciones 1 a 8, **caracterizada** porque en paralelo a los condensadores ajustables (5, 8) pueden conectarse adicionalmente condensadores fijos.

10. Red de adaptación de alta frecuencia según una de las reivindicaciones 1 a 9, **caracterizada** porque el circuito primario (1) está dimensionado de forma que se consiguen elevadas amplitudes de tensión, y porque el circuito secundario (2) está dimensionado de forma que se consiguen elevadas amplitudes de corriente.

11. Red de adaptación de alta frecuencia según una de las reivindicaciones 1 a 10, **caracterizada** porque la bobina primaria (9) está hecha de varios arrollamientos, preferiblemente de 2 a 10.

12. Red de adaptación de alta frecuencia según una de las reivindicaciones 1 a 11, **caracterizada** porque la bobina secundaria (6) está hecho de menos de 2 arrollamientos, preferiblemente de sólo un arrollamiento.

13. Red de adaptación de alta frecuencia según una de las reivindicaciones 1 a 12, **caracterizada** porque el diámetro de las bobinas (6, 9) se encuentra entre 10 y 100 mm.

14. Red de adaptación de alta frecuencia según una de las reivindicaciones 1 a 13, **caracterizada** porque un electrodo de excitación (3) está dispuesto en el vacío.

15. Red de adaptación de alta frecuencia según una de las reivindicaciones 1 a 14, **caracterizada** porque el electrodo de excitación (3) está unido a través del paso de corriente por el vacío (12) con la parte atmosférica del circuito secundario (2).

16. Red de adaptación de alta frecuencia según una de las reivindicaciones 1 a 15, **caracterizada** porque todo el circuito secundario (2) constituido por condensador ajustable (5), bobina (6) y electrodo de excitación (3) así como los elementos de conexión está dispuesto en el vacío.

17. Red de adaptación de alta frecuencia según la reivindicación 16, **caracterizada** porque entre las dos bobinas de acoplamiento (6, 9) está dispuesta una ventana dieléctrica (13).

ES 2 333 300 T3

18. Red de adaptación de alta frecuencia según la reivindicación 16 ó 17, **caracterizada** porque la ventana dieléctrica (13) está hecha de un material no magnético y permeable magnéticamente.

5 19. Red de adaptación de alta frecuencia según una de las reivindicaciones 16 a 18, **caracterizada** porque la ventana dieléctrica (13) está hecha de vidrio de cuarzo u óxido de aluminio.

20. Red de adaptación de alta frecuencia según una de las reivindicaciones 1 a 19, **caracterizada** porque el condensador ajustable secundario (5) puede regularse por un paso mecánico a prueba de vacío (16).

10 21. Red de adaptación de alta frecuencia según una de las reivindicaciones 1 a 20, **caracterizada** porque el circuito secundario (2) está hecho al menos de un condensador fijo (17), una bobina con núcleo de aire de alta frecuencia (6) y un electrodo de excitación (3).

15 22. Red de adaptación de alta frecuencia según una de las reivindicaciones 1 a 21, **caracterizada** porque el circuito de resonancia puede modularse por variación del acoplamiento inductivo entre la bobina primaria (9) y la secundaria (6) y/o por ajuste del condensador ajustable primario (8).

20 23. Red de adaptación de alta frecuencia según una de las reivindicaciones 1 a 22, **caracterizada** porque el acoplamiento puede ajustarse por variación de la distancia axial y radial de la bobina primaria (9) y la secundaria (6).

25 24. Red de adaptación de alta frecuencia según una de las reivindicaciones 1 a 23, **caracterizada** porque componentes individuales o todos los componentes guiados a alta frecuencia de la red de adaptación, en particular elementos de conexión, las pistas conductoras, bobinas con núcleo de aire de alta frecuencia, condensadores, el paso de corriente por el vacío y bobinas de excitación están hechos de un metal común con pequeña resistencia eléctrica y están provistos al menos en su superficie exterior de una capa de metal de oro o de platino.

30 25. Red de adaptación de alta frecuencia según una de las reivindicaciones 1 a 24, **caracterizada** porque entre el metal común de los componentes guiados a alta frecuencia y la capa de metal de oro o de platino está aplicado un bloqueo de la difusión (30) como capa cerrada.

35 26. Red de adaptación de alta frecuencia según una de las reivindicaciones 1 a 25, **caracterizada** porque componentes individuales o todos los componentes guiados a alta frecuencia de la red de adaptación de impedancia se enfrían con un medio líquido, preferiblemente con agua.

35 27. Utilización de una red de adaptación de alta frecuencia según una de las reivindicaciones 1 a 26 para la generación de un chorro de plasma casi neutral.

40 28. Utilización de una red de adaptación de alta frecuencia según una de las reivindicaciones 1 a 26 para la generación de un chorro de iones.

45

50

55

60

65

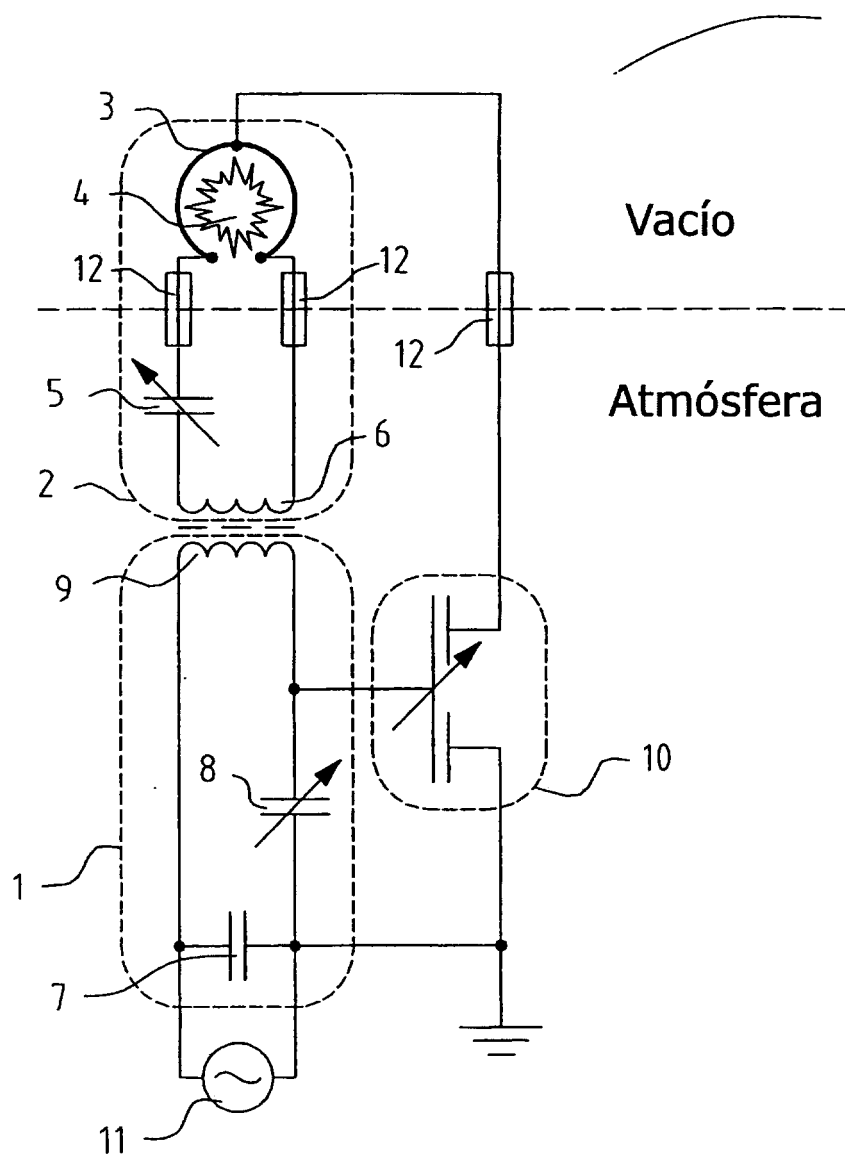


Figura 1

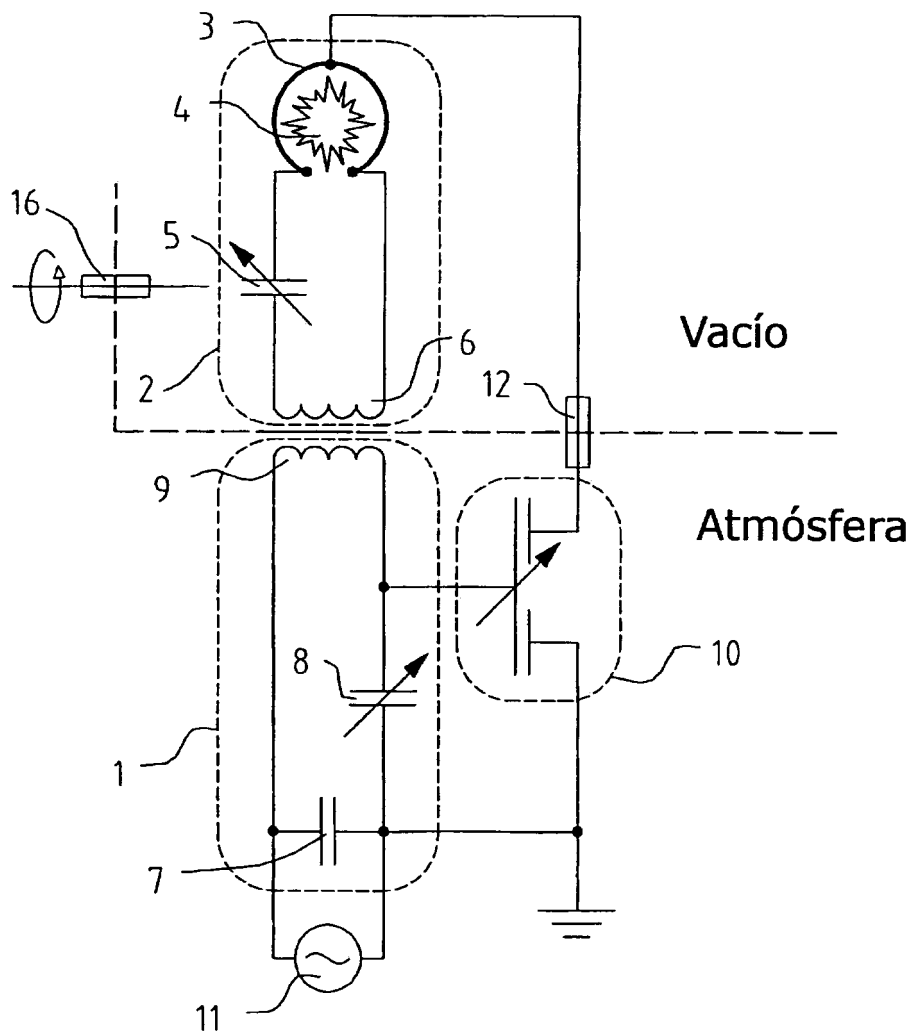


Figura 2

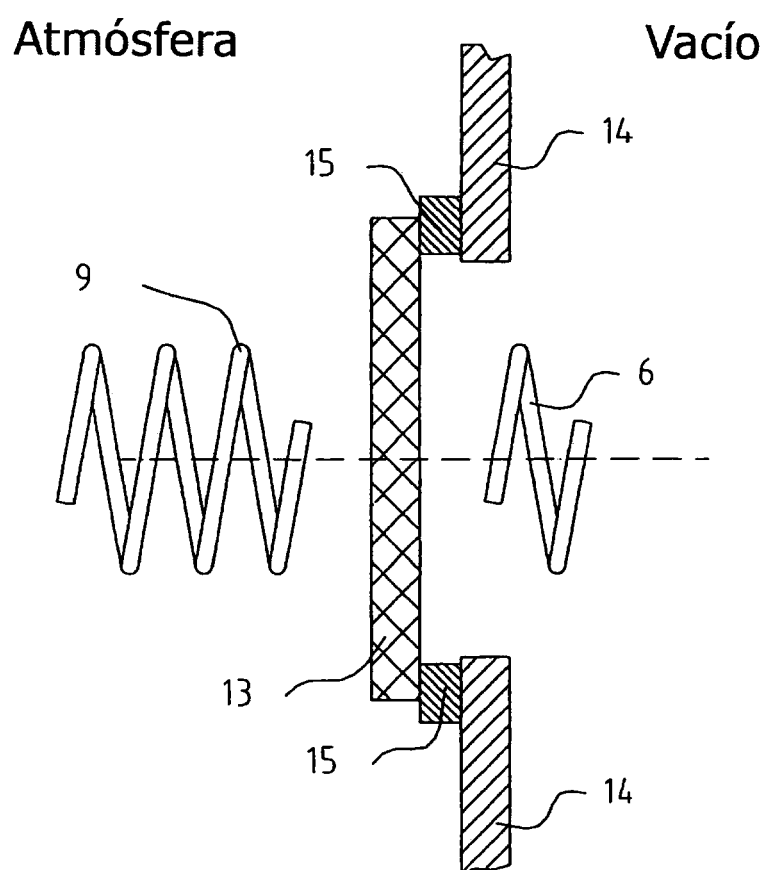


Figura 3

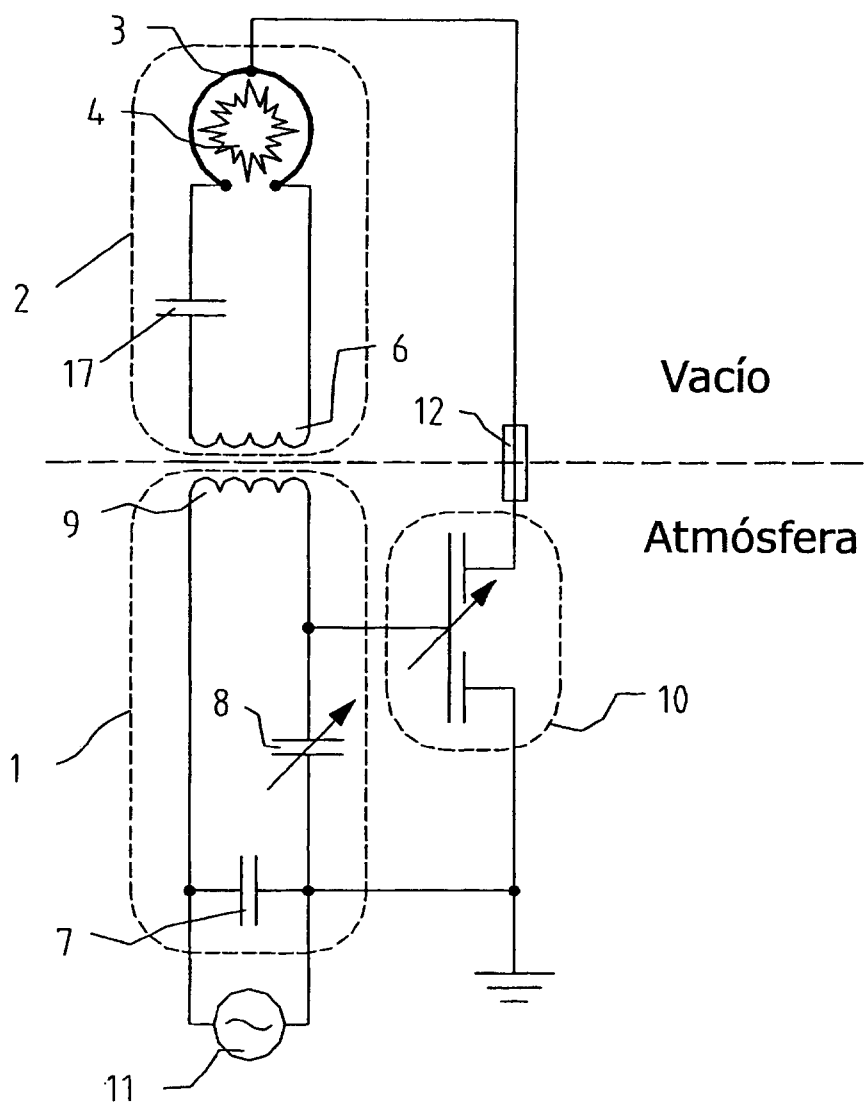


Figura 4

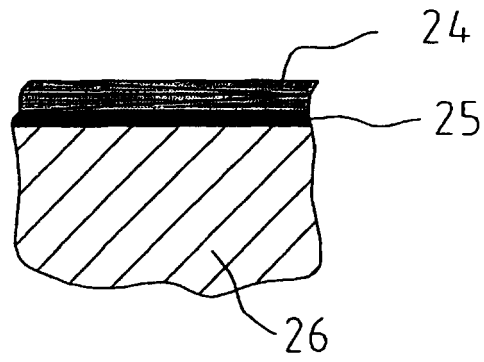


Figura 5

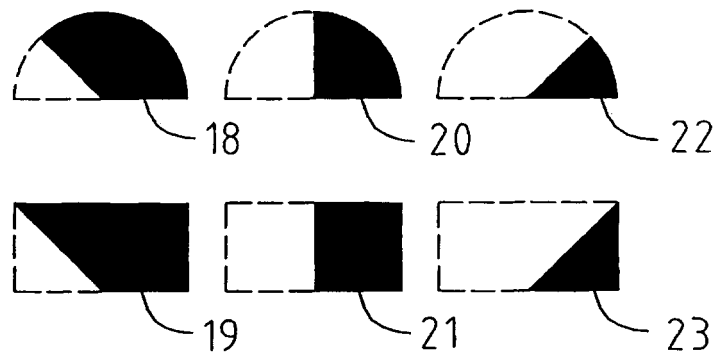


Figura 6

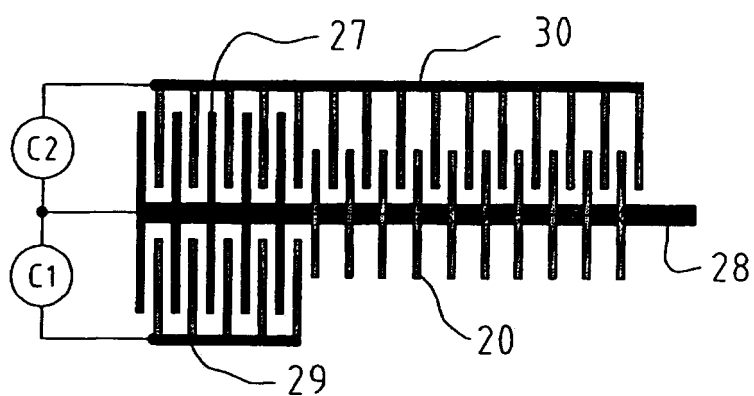


Figura 7

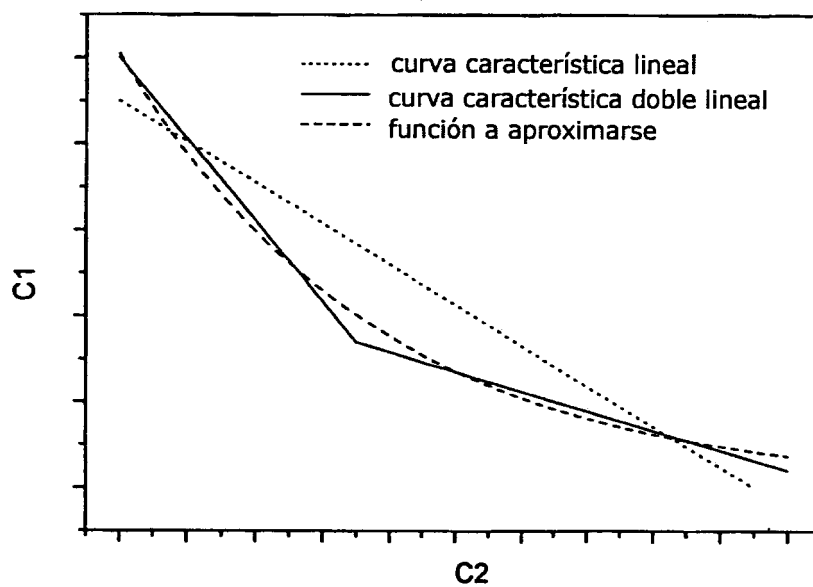


Figura 8

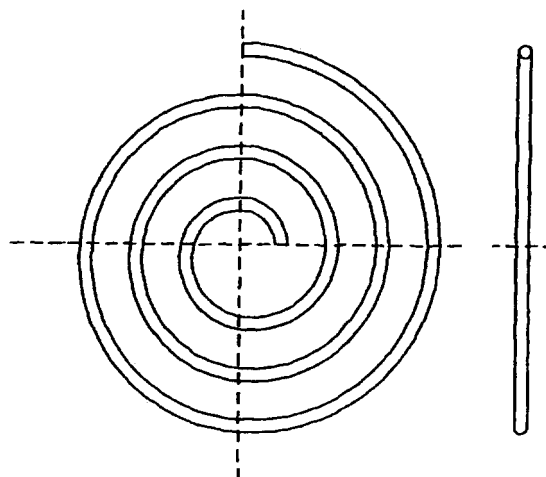


Figura 9

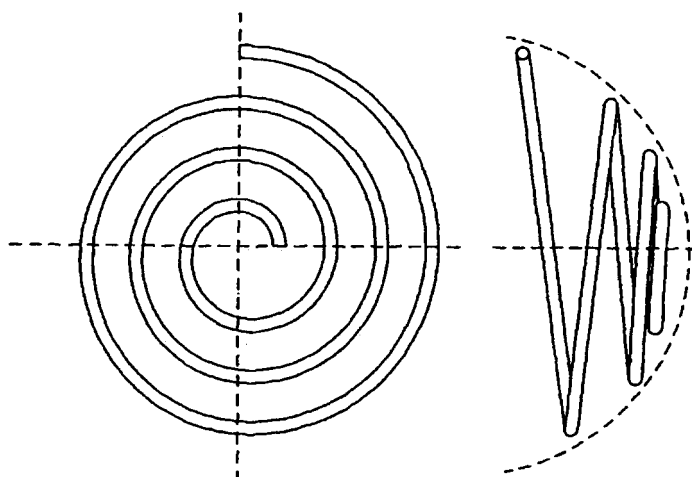


Figura 10