

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 704 708**

51 Int. Cl.:

**H01J 37/32** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **29.08.2012 PCT/EP2012/003623**

87 Fecha y número de publicación internacional: **14.03.2013 WO13034258**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.08.2012 E 12769011 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **10.10.2018 EP 2754167**

54 Título: **Fuente de plasma**

30 Prioridad:

**08.09.2011 DE 102011112759**

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

**19.03.2019**

73 Titular/es:

**OERLIKON SURFACE SOLUTIONS AG,  
PFÄFFIKON (100.0%)  
Churerstrasse 120  
8808 Pfäffikon, CH**

72 Inventor/es:

**KRASSNITZER, SIEGFRIED;  
LENDI, DANIEL y  
HAGMANN, JUERG**

74 Agente/Representante:

**ISERN JARA, Jorge**

**ES 2 704 708 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

Fuente de plasma

5 La presente invención se refiere a una fuente de plasma de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1. Además, la invención se refiere a un procedimiento para la generación de un plasma mediante una descarga termoiónica.

10 A este respecto, se calienta un filamento mediante corriente, lo que conduce a la emisión de electrones de la superficie caliente del filamento. La emisión de electrones de superficies calientes sigue la ley descrita por primera vez por Richardson:

$$J = A_G T^2 e^{-W/kT},$$

15 en la que J es la densidad de corriente, T es la temperatura y W es el trabajo de salida de los electrones.

Si la superficie del filamento alcanza una temperatura que para wolframio es mayor de aproximadamente 2900 K, se emiten suficientes electrones de la superficie, de tal manera que, con su ayuda, en cuanto se hayan acelerado suficientemente a causa de una tensión, se puede ionizar gas de argón en tal alcance que se mantiene un plasma.

20 De acuerdo con el estado de la técnica, se lleva a cabo el calentamiento del filamento a través de una intensidad de corriente constante. Con tensión alterna aplicada, se regula la mayoría de las veces mediante un control de corte de fase el valor efectivo de la corriente. Con funcionamiento con altas temperaturas, el material del filamento (por ejemplo, tungsteno) se evapora, por lo que se reduce el diámetro de alambre del filamento. Por consiguiente, aumenta la resistencia, definida por el alambre, del filamento. Con una corriente de calentamiento constante, esto conduce a un mayor calentamiento y, por tanto, a una evaporación acelerada del material del filamento. En el intervalo de un tiempo corto se produce una fusión. La figura 1a muestra el diámetro del filamento dependiendo de la duración del funcionamiento con una corriente de calentamiento constante. Correspondientemente, la figura 1b muestra la temperatura del filamento dependiendo de la duración de funcionamiento con una corriente de calentamiento constante. A este respecto, se puede ver claramente que, después de una disminución inicialmente constante del diámetro del alambre, se produce una quemadura rápida del filamento (*pinch through effect*). Se desvelan ejemplos de fuentes de plasma de acuerdo con el estado de la técnica en los documentos GB 2 267 387 A y JP 5 074395 A

35 La presente invención se basa en el objetivo de indicar un procedimiento y una fuente de plasma con los que se pueda evitar una quemadura rápida de este tipo y se pueda aumentar con ello la duración del funcionamiento, es decir, el periodo útil del filamento.

40 En sus intentos para aumentar la vida útil, los inventores han comprobado, por un lado, que con la temperatura mantenida de forma constante del alambre de filamento se reduce el diámetro del alambre con una velocidad prácticamente constante. La figura 3 muestra la evolución del diámetro de alambre dependiendo de la duración de funcionamiento del filamento, con temperatura constante y como comparación una medición con intensidad de corriente constante.

45 En sus intentos, los inventores han comprobado de forma sorprendente, por otro lado, que con un funcionamiento con una caída constante de tensión entre filamento y plasma la temperatura del filamento permanece prácticamente constante y la velocidad de evaporación incluso disminuye con un diámetro decreciente de filamento. Por tanto, de acuerdo con la invención, el filamento no se hace funcionar con una intensidad de corriente constante sino con una tensión constante.

50 La invención se describe a continuación con detalle y mediante las figuras a modo de ejemplo. La figura 4 muestra una fuente de plasma de acuerdo con el estado de la técnica que está dispuesta en una cámara de vacío 1. La fuente de plasma comprende una carcasa de fuente 3 con una entrada 5 para gas de argón. En la carcasa de fuente 3 está previsto un filamento 9 que, a través de pasos 11 aislados de las carcasas de fuente 3, está conectado a un transformador 13. El filamento 9 está compuesto en el ejemplo de un alambre de wolframio de 2 mm de diámetro. El transformador se hace funcionar en el ejemplo con una tensión alterna con 50 Hz. A través del filamento 9 fluye una corriente de calentamiento de aproximadamente 200 A. Si la superficie del filamento 9 alcanza una temperatura mayor de 2900 K, se emiten suficientes electrones de la superficie del filamento que, con aplicación de una tensión de descarga mediante la fuente de tensión 15 entre la cámara de vacío 15 y el transformador 13, puede ionizar el gas de argón que fluye a través de la entrada 5 al interior de la carcasa de fuente 3. El encendido de la descarga se realiza en el primer momento a través de una resistencia que conecta la carcasa de fuente 3 con la masa (no mostrado). Si existen suficientes portadores de carga, la corriente de descarga se puede conducir a través de la abertura 17 (denominada también "orificio") a la cámara de vacío 1.

65 De acuerdo con la invención, tal como se representa en la figura 5, ahora la carcasa de fuente se dispone mediante un aislamiento 7 de forma eléctricamente aislada en la cámara de vacío 1 y se mide la tensión entre la carcasa de fuente 3 mantenida en potencial flotante y la línea de suministro al filamento 9. El filamento 9 se calienta a través de

una corriente I. En el filamento disminuye una tensión  $V_{cal.}$ , que se puede ajustar a través del transformador 13. Después de que el cuerpo de fuente 3 se haya montado de forma eléctricamente flotante (*floatend*), se puede valorar la medición de potencial de acuerdo con la invención entre la línea de suministro denominada cátodo y la carcasa de fuente como característica del estado de la caída de potencial entre el filamento 9 y el plasma 19 encendido en el interior de la carcasa de fuente y, por tanto, para el estado de la salida de electrones del filamento. De acuerdo con la invención, este estado se mantiene en esencia constante, por ejemplo, mediante regulación de la tensión de calentamiento  $U_{cal.}$  La medición de  $V_{float}$  posibilita por tanto la conservación del estado óptimo que se tiene que mantener para la salida de electrones. De este modo, se puede mantener óptima la temperatura del filamento. Óptima quiere decir en este contexto que, a esta temperatura, la velocidad de evaporación del material del filamento es aceptablemente pequeña, pero lo suficientemente grande para garantizar una emisión de electrones suficientemente elevada para el mantenimiento del plasma. Por tanto, la durabilidad del filamento, es decir, la vida útil, se aumentará sustancialmente con respecto al estado de la técnica.

De acuerdo con una forma de realización de la presente invención, las disposiciones de fuente de plasma para el calentamiento y el decaído por plasma de sustratos puede comprender una pluralidad de fuentes de plasma que funcionan según al principio de la emisión termoiónica. Los filamentos de las fuentes de plasma se calientan a través de tensiones aplicadas, regulándose de acuerdo con la invención las tensiones aplicadas de tal manera que la tensión entre el filamento y la carcasa de fuente flotante alcanza un valor con preferencia en esencia constante entre 0 voltios y -10 voltios. Preferentemente, el calentamiento se produce a través de una pieza de red de conmutación. En las fuentes de plasma individuales, de acuerdo con esta forma de realización, están previstas bobinas de fuente. El plasma en la cámara de tratamiento se distribuye a través de la combinación del campo magnético de una bobina externa y los campos magnéticos de las bobinas de fuente a lo largo de la altura de tratamiento. Como ánodo de descarga puede servir la cámara de tratamiento y/o un ánodo realizado de forma aislada de manera flotante.

De acuerdo con otra forma de realización de la presente invención, el transformador 13 se sustituye por una denominada pieza de red de conmutación 21, tal como se representa en la figura 6. Una pieza de red de conmutación 21 de este tipo comprende un núcleo de ferrita 23, alrededor del cual están arrollados arrollamientos de una bobina primaria 25 (solo se muestra para una parte del núcleo de ferrita), mientras que las líneas de entrada al filamento forman, por ejemplo, únicamente un bucle. De acuerdo con la invención, en ambas líneas de entrada al filamento está previsto un núcleo de ferrita y la tensión de descarga  $V_{dis}$  se aplica de forma central en el lado opuesto al filamento 9. De este modo, es decir, con ayuda de la pieza de red de conmutación, se realiza una fuente de plasma muy pequeña y compacta.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Fuente de plasma en una cámara de vacío (1) para generar un plasma (19) en la cámara de vacío (1), comprendiendo la fuente de plasma una carcasa de fuente (3) con una abertura (17) que se adentra en la cámara de vacío (1) y estando previsto en la carcasa de fuente (3) un filamento (9) al cual, a través de líneas eléctricas que se han pasado de forma aislada a través de la carcasa de fuente (3), se puede aplicar una tensión de calentamiento ( $V_{cal.}$ ) de tal modo que se puede calentar el filamento (9) mediante un flujo de corriente, estando dispuesta la carcasa de fuente (3) de forma eléctricamente aislada de la cámara de vacío (1) en la misma, caracterizada por que:
- 10       • están previstos medios que permiten medir la caída de tensión  $U_{float}$  entre la línea de suministro al filamento (9) y la carcasa de fuente (3) como característica del estado de la caída de potencial entre el filamento (9) y el plasma (19) encendido en el interior de la carcasa de fuente (3) y
- 15       • están previstos medios para regular la tensión de calentamiento ( $V_{cal.}$ ) que están configurados de tal manera que, como señal de regulación, pueden procesar el valor medido  $U_{float}$  de tal manera que se puede mantener constante la caída de tensión  $U_{float}$  y, por tanto, se puede mantener prácticamente constante la temperatura del filamento (9).
- 20 2. Dispositivo con una pluralidad de fuentes de plasma según la reivindicación 1, caracterizado por que las fuentes de plasma están rodeadas por en cada caso al menos una bobina de fuente y las fuentes de plasma están rodeadas por una bobina exterior que se extiende que comprende varias fuentes de plasma, de tal manera que se puede distribuir el plasma en la cámara de tratamiento a lo largo de la altura de tratamiento.
- 25 3. Dispositivo según la reivindicación 1 a 2, caracterizado por que la tensión de calentamiento se alimenta mediante al menos una pieza de red de conmutación que comprende preferentemente un núcleo de ferrita (23) alrededor de cual están arrollados arrollamientos de una bobina primaria (25), aplicándose preferentemente una tensión de descarga  $U_{disc}$  necesaria para la descarga de forma central con respecto al filamento y en el lado opuesto al filamento.
- 30 4. Procedimiento para la generación de un plasma en una cámara de vacío, estando dispuesta en la cámara de vacío una fuente de plasma de acuerdo con la reivindicación 1 y, para el mantenimiento del plasma, manteniéndose la carcasa de fuente con respecto a la cámara de vacío y el filamento en un potencial eléctrico flotante, es decir, de manera flotante, y midiéndose, para el mantenimiento del plasma, la caída de potencial entre el filamento y la carcasa de fuente en cuyo interior se quema un plasma y usándose la caída de potencial medida para la regulación de una tensión de calentamiento aplicada en el filamento, teniendo la tensión de calentamiento como consecuencia una corriente de calentamiento del filamento y, por lo tanto, una emisión de electrones.
- 35 5. Procedimiento según la reivindicación 3, caracterizado por que la tensión de calentamiento se regula de tal manera que se mantiene en esencia constante la caída de potencial entre la carcasa de fuente y el filamento.
- 40 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones 3 y 4, caracterizado por que la caída de potencial entre la fuente de plasma y el filamento se mantiene en valores entre 0 V y -10 V.

Figura 1a

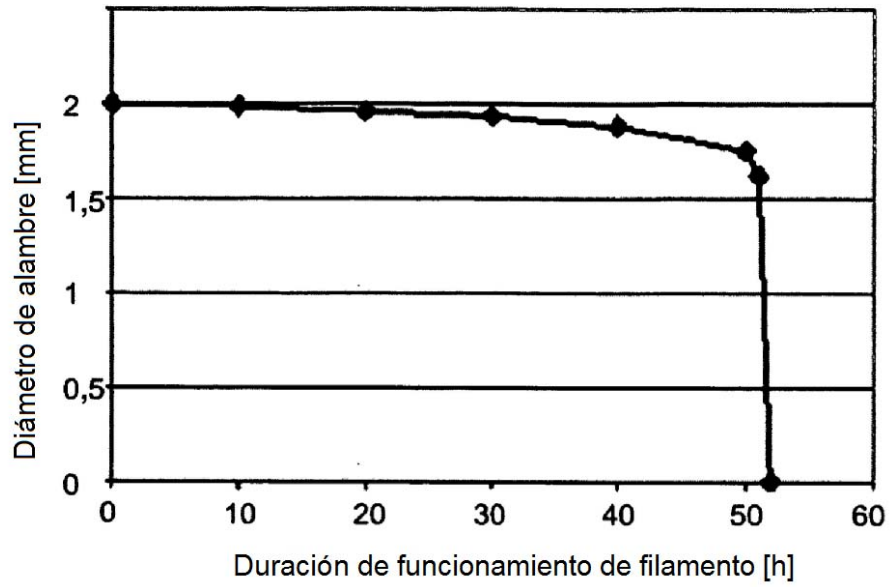


Figura 1b

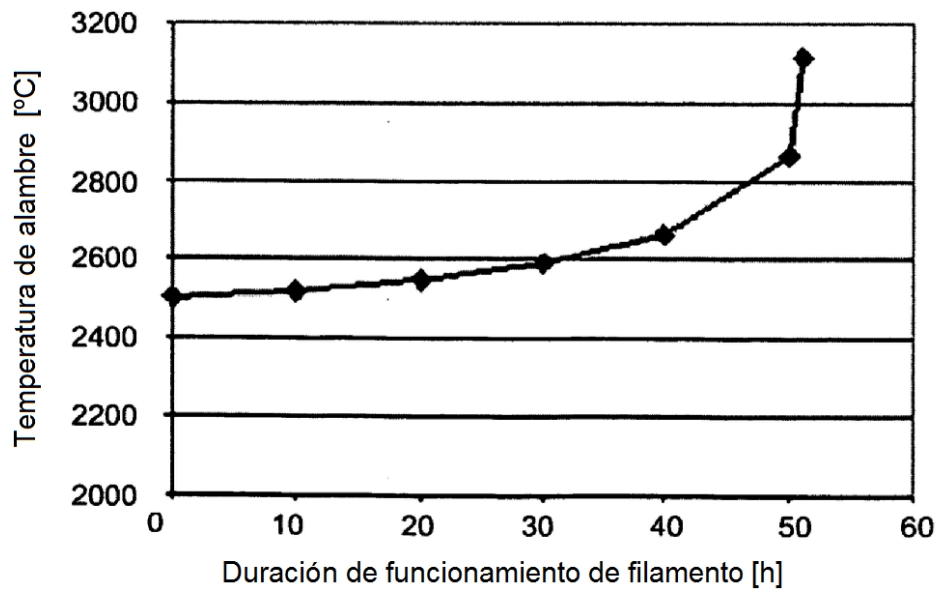


Figura 2

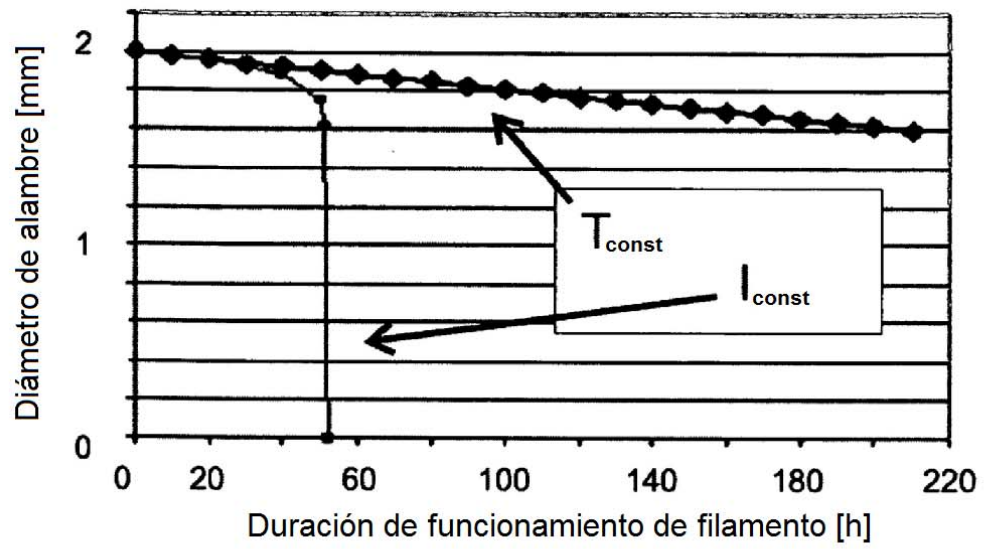


Figura 3a

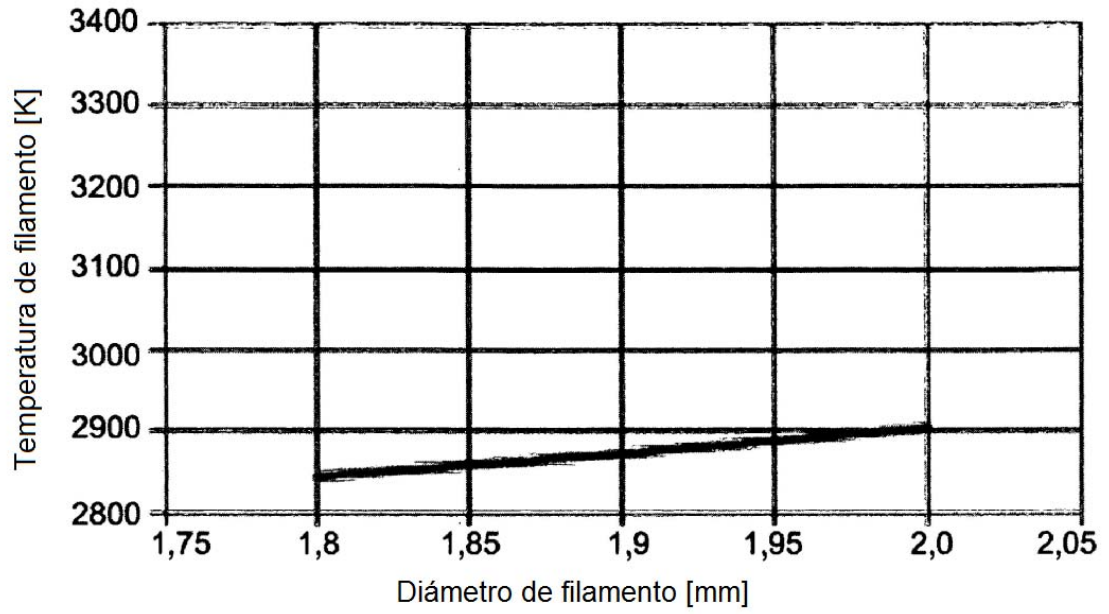


Figura 3b

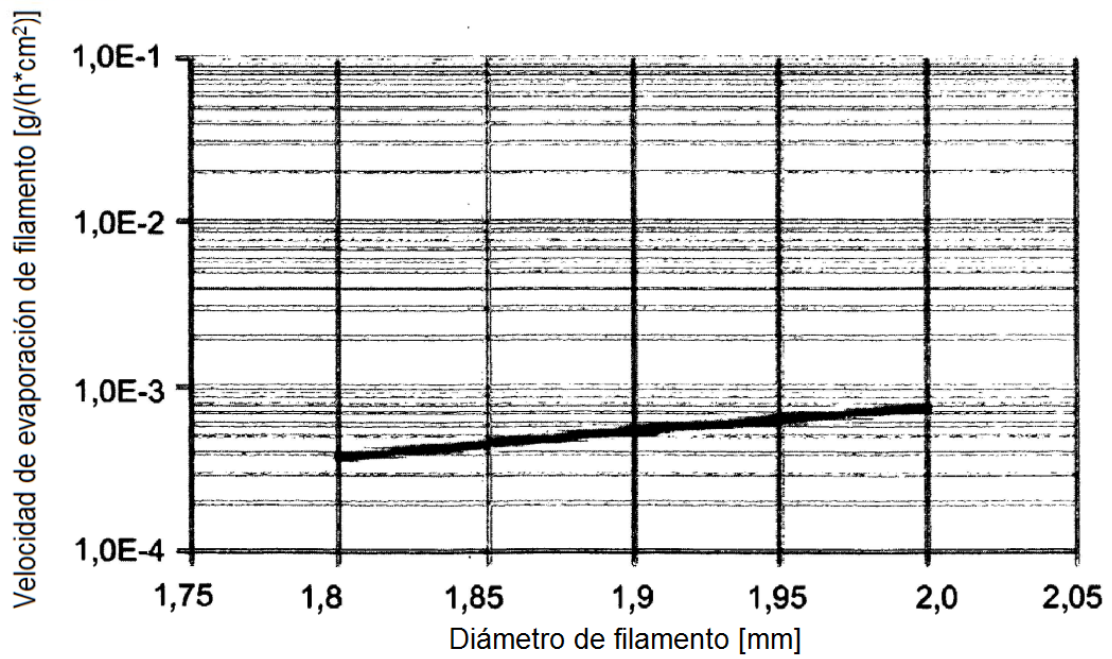


Figura 4

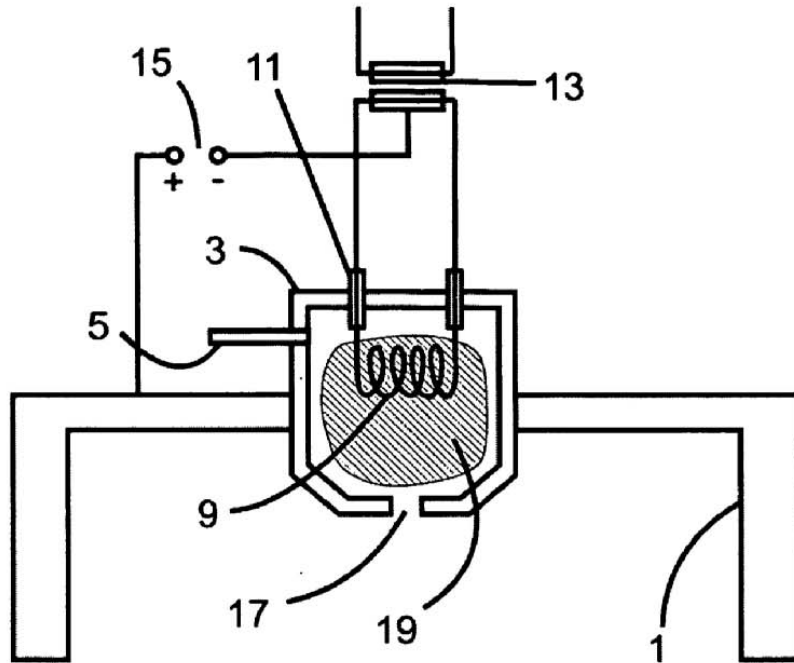


Figura 5

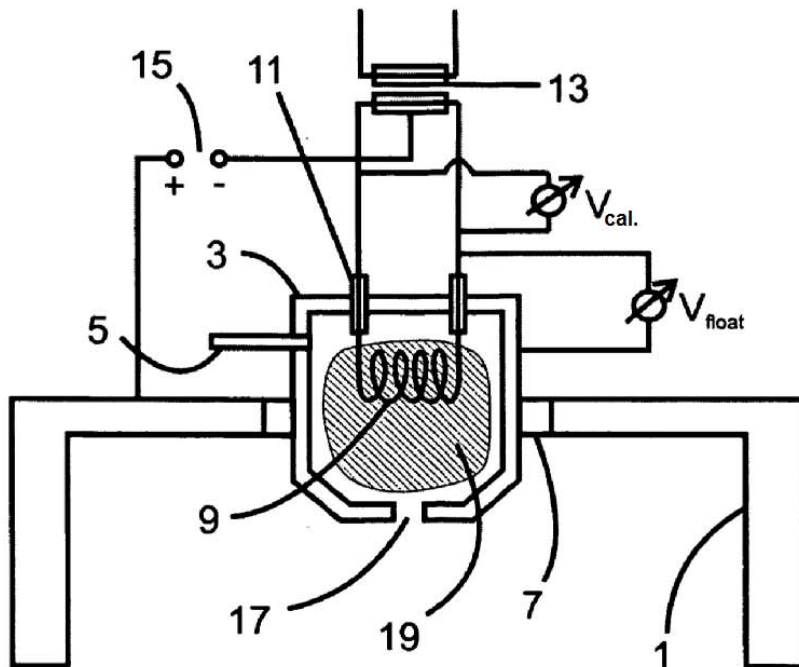




Figura 6

