

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 605 790**

51 Int. Cl.:

H05H 1/48

(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **16.11.2012 PCT/US2012/065391**

87 Fecha y número de publicación internacional: **23.05.2013 WO13074856**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **16.11.2012 E 12849989 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **05.10.2016 EP 2781141**

54 Título: **Sistema de generación de plasma que tiene electrodos móviles**

30 Prioridad:

18.11.2011 US 201161561759 P
15.11.2012 US 201213677330

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.03.2017

73 Titular/es:

RECARBON INC. (100.0%)
3350 Scott Boulevard, Bldg. 16
Santa Clara, California 95054, US

72 Inventor/es:

LEE, SANG HUN;
TANIBATA, TORU y
WEIHE, ORION

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 605 790 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

Sistema de generación de plasma que tiene electrodos móviles

5 **1. Campo de la invención**

La presente invención se refiere a generadores de plasma y, más particularmente, a dispositivos que tienen electrodos movibles para el encendido de plumas de plasma.

10 **2. Descripción de la técnica relacionada**

En los últimos años, los avances en la producción de plasma mediante el uso de energía de microondas han ido en aumento. Normalmente, un sistema de producción de plasma incluye un dispositivo para la generación de energía de microondas y una boquilla que recibe la energía de microondas para excitar el gas que fluye a través de la boquilla en el plasma. Una de las dificultades en el funcionamiento de un sistema de producción de plasma convencional es hacer un sistema de encendido que no interfiera con la energía de microondas en la boquilla. Por ejemplo, un sistema de encendido convencional incluye un electrodo que tiene una punta que queda en la boquilla después de la ignición. La punta calentada por la energía de microondas en la boquilla se erosiona para sufrir un acortamiento de su vida útil. Además, el mecanismo para sujetar el electrodo puede causar la fuga de energía de microondas de la boquilla. Por lo tanto, hay una necesidad de un sistema de encendido que encienda plumas de plasma en la boquilla que reduzca fugas y/o interferencias con la energía de microondas en la boquilla.

El documento US 2003/0175181 A1 describe un aparato de reactor de gas de plasma mejorado que comprende una cámara de reacción, medios para acoplar la radiación de microondas en la cámara, un par de electrodos opuestos mejorando el campo para la concentración de la energía de microondas a fin de formar el plasma en una región localizada entre los electrodos.

El documento EP 0845287 A1 describe un reactor de gas de plasma mejorado que incluye una cámara de reacción que tiene un par de electrodos para mejorar el campo, cada uno de los cuales tiene un paso axial a través del mismo por uno de los cuales un gas reactivo es admitido en la cámara de reacción, y por el otro de los cuales productos de reacción son extraídos de la cámara de reacción.

El documento EP 1947916 A1 describe un generador de plasma de microondas en el que la cantidad de generación de radicales puede regularse fácilmente con una mayor eficiencia de la reacción al tiempo que reduce el consumo de gas.

El documento US 2008/0302761 A1 describe un sistema de procesamiento de plasma que excita un gas utilizando una onda electromagnética y aplica un proceso de plasma a un objeto de destino, y un método de fijación de un material dieléctrico.

El documento JP 2003/338399 A describe dispositivo para la generación de plasma de descarga luminiscente mediante la aplicación de campo eléctrico entre los electrodos de contador que tienen dos espacios de descarga formados por tres electrodos de los cuales al menos una de las superficies contrarias es cubierta por dieléctricos sólidos y procesa un objeto, el electrodo central de tres de los electrodos es fijo mientras que los otros dos de los dos extremos están inmóviles, y se ajustan los intervalos de dos de los espacios de descarga.

El documento WO 2011/055765 A1 describe un aparato de soldadura de arco del tipo de electrodo no consumible para la unión de metales y, en un aparato de soldadura de arco del tipo de electrodo no consumible que lleva a cabo la soldadura mediante la generación de un arco principal después de la generación de un arco piloto.

Sumario de la invención

De acuerdo con un primer aspecto, se proporciona un sistema de generación de plasma de acuerdo con la primera reivindicación.

De acuerdo con un segundo aspecto, se proporciona un sistema de generación de plasma de acuerdo con la séptima reivindicación.

Breve descripción de los dibujos

La figura 1A muestra un diagrama esquemático de un sistema de generación de plasma de acuerdo con una realización de la presente invención, en que un sistema de encendido se retrae de una cavidad.

La figura 1B muestra un diagrama esquemático del sistema de generación de plasma en la figura 1A, en el que el sistema de ignición se hace avanzar en la cavidad para encender plasma en la cavidad.

La figura 1C muestra una vista superior de un soporte de electrodo en la figura 1A.

La figura 1D muestra una vista superior de un par de puertas en la figura 1A, donde las puertas están abiertas

para pasar el sistema de encendido a través de las mismas.

La figura 1E muestra una vista desde arriba del par de puertas en la figura 1A, donde las puertas están cerradas para bloquear la fuga de microondas a través de las mismas durante el funcionamiento.

5 La figura 2A muestra un diagrama esquemático de un sistema de generación de plasma de acuerdo con otra realización de la presente invención, en que un sistema de encendido se retrae de una cavidad.

La figura 2B es una vista ampliada del sistema de encendido en la figura 2A.

La figura 2C muestra una vista superior de un par de puertas en la figura 2A.

La figura 2D muestra un diagrama esquemático del sistema de generación de plasma en la figura 2A, en el que el sistema de ignición se hace avanzar en la cavidad.

10 La figura 2E es una vista ampliada del sistema de encendido en la figura 2D.

La figura 3A muestra un diagrama esquemático de un sistema de generación de plasma de acuerdo con otra realización de la presente invención, en que un sistema de encendido se ha retirado de una cavidad.

La figura 3B muestra un diagrama esquemático del sistema de generación de plasma en la figura 3A, en el que el sistema de ignición se hace avanzar en la cavidad.

15 La figura 4A muestra un diagrama esquemático de un sistema de generación de plasma de acuerdo con otra realización de la presente invención, en que un sistema de ignición se hace avanzar dentro de una cavidad.

La figura 4B muestra un diagrama esquemático del sistema de generación de plasma en la figura 4A, en el que el sistema de encendido se retrae de la cavidad.

La figura 4C muestra una vista superior de una porción de la pared de la cavidad en la figura 4A.

20 La figura 4D muestra una vista superior de una junta en la figura 4A.

La figura 5A muestra un diagrama esquemático de un sistema de generación de plasma de acuerdo con otra realización de la presente invención, en que un sistema de ignición se hace avanzar dentro de una cavidad.

La figura 5B muestra un diagrama esquemático del sistema de generación de plasma de la figura 5A, en el que el sistema de encendido se ha retirado de la cavidad.

25 La figura 6 muestra un diagrama esquemático de un sistema de generación de plasma de acuerdo con otra realización de la presente invención, en que un sistema de ignición se hace avanzar dentro de una cavidad.

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

30 La figura 1A muestra un diagrama esquemático de un sistema de generación de plasma 2 de acuerdo con una realización de la presente invención. Como se muestra, el sistema de generación de plasma 2 incluye: un sistema de encendido de plasma 10; una guía de ondas 9; y un tubo de flujo de gas 13 dispuesto en la guía de ondas 9 y formada de material transparente a las microondas, tal como cuarzo. La energía de microondas, que se genera por una fuente de microondas (por ejemplo, magnetrón, que no se muestra en la figura 1A), se puede transmitir a través de la guía de ondas 9. Aquí, los términos boquilla y tubo de flujo de gas se usan indistintamente ya que el tubo de flujo de gas 13 funciona como una boquilla a través de la cual fluye el gas. En tales disposiciones, el tubo de flujo de gas opera como una cavidad resonante, y por lo tanto, los términos de la cavidad resonante (o, brevemente, la cavidad) y el tubo de flujo de gas se utilizan indistintamente. La salida del tubo de flujo de gas 13 puede ser bloqueada por una malla 26, donde la separación entre los hilos de la malla 26 es lo suficientemente pequeña para bloquear la fuga de energía de microondas a través de la misma.

El sistema de encendido de plasma 10 incluye: un par de electrodos 12a y 12b; un par de puertas 18a y 18b; un portaelectrodos 14 montado de forma deslizante sobre las superficies inclinadas de las puertas 18a y 18b y formado de material dieléctrico; un par de elementos elásticos, tales como muelles de compresión, 20a y 20b; y un par de topes 22a y 22b asegurado a la guía de ondas 9, con cada uno de la parada sosteniendo de un extremo del elemento elástico correspondiente en su lugar con relación a la guía de ondas 9.

El par de puertas 18a y 18b está formado por material opaco a las microondas, tal como metal, y está montado de manera deslizante en la guía de ondas 9 de manera que se puede mover paralelo a la superficie superior de la guía de ondas 9. La figura 1C muestra una vista superior del soporte del electrodo 14. Como se representa, el par de electrodos 12a y 12b está fijado al soporte del electrodo 14 y el soporte del electrodo 14 tiene un orificio pasante 23. El soporte del electrodo 14, formado de material dieléctrico, aísla eléctricamente el par de electrodos 12 y 12b uno del otro de modo que el arco eléctrico 28 se genera en los extremos distales del par de electrodos. El soporte del electrodo 14 se puede mover hacia arriba o hacia abajo como se indica por una flecha 16 por un accionador 17. Debe ser evidente para los expertos en la materia que el accionador 17 puede ser de cualquier tipo adecuado, tal como accionador eléctrico. Cuando el soporte del electrodo 14 se mueve hacia abajo, las puertas 18a y 18b se mueven paralelas a la guía de ondas 9 de manera que la abertura 27 se amplía mientras los elementos elásticos 20a y 20b están siendo comprimidos.

60 Cuando el soporte del electrodo 14 se mueve más hacia abajo, los extremos distales de los electrodos 12a y 12b se avanzan en el tubo o cavidad de flujo de gas 13, como se representa en la figura 1B. La figura 1B muestra un diagrama esquemático del sistema de generación de plasma 2, en el que el sistema de encendido 10 se avanza completamente en el tubo de flujo de gas 13. Entonces, mientras que el gas fluye a través del orificio pasante 23 formado en el soporte del electrodo 14, el operador puede aplicar una alta tensión a los electrodos 12a y 12b para formar un arco eléctrico 28 en los extremos distales de los electrodos. (Por razones de brevedad, la fuente de alta tensión conectada eléctricamente a los extremos proximales de los electrodos 12a y 12b no se muestra en la figura

1A). El arco eléctrico genera partículas de gas ionizado en el tubo de flujo de gas 13, que a su vez enciende una pluma de plasma 29 en conjunción con la energía de microondas que fluye a través del tubo de flujo de gas 13. Opcionalmente, el soporte del electrodo 14 puede enclavarse con un mecanismo de disparo (no mostrado en la figura 1 B) que desencadena el arco eléctrico solo cuando el soporte del electrodo 14 está en su posición más baja.

Al establecer la pluma de plasma 29, el extremo distal del sistema de encendido 10 se puede retirar de la cavidad moviendo el sistema de encendido 10 hacia arriba, es decir, el sistema de encendido 10 se devuelve a la posición en la figura 1A. A medida que el sistema de encendido 10 se retrae, el tamaño de la abertura 27 disminuye por la fuerza de recuperación de los elementos elásticos 20a y 20b de modo que la fuga de microondas a través de la abertura 27 se reduce. La figura 1D muestra una vista desde arriba del par de puertas 18a y 18b en la figura 1A, donde las puertas están completamente abiertas para pasar los electrodos 12a y 12b a través de las mismas. La figura 1E muestra una vista desde arriba del par de puertas 18a y 18b en la figura 1A, donde las puertas se cierran para bloquear la fuga de microondas a través de las mismas cuando los electrodos 12a y 12b están completamente retirados. Como se muestra, cada una de las puertas 18a y 18b incluye un rebaje 29. Como se discutió anteriormente, las puertas 18a y 18b están cerradas por los elementos elásticos 20a y 20b cuando el sistema de encendido 10 está completamente retirado. Entonces, los rebajes 29 en las puertas 18a y 18b formará la abertura 27 de manera que el gas que fluye a través del orificio 23 pasa a través del mismo y se introduce en la pluma de plasma 29, para mantener así la pluma de plasma 29 en el tubo de flujo de gas 13.

A diferencia de la mayoría de los sistemas convencionales, los electrodos 12a y 12b se retraen cuando se establece la pluma de plasma 29. Si las puntas de los electrodos 12a y 12b deberían permanecer en el tubo de flujo de gas 13 durante la operación, la energía de microondas en el tubo de flujo de gas 13 sería recogida por los electrodos 12a y 12b. Además, las puntas de los electrodos 12a y 12b interactuarían con plasma dentro de la cavidad, donde la interacción erosionaría las puntas de los electrodos. Por lo tanto, el sistema de encendido 10, mediante la retracción de las puntas de los electrodos 12a y 12b, reduce la erosión de las puntas de los electrodos. Además, la fuga de microondas a través de la abertura 27 se reduce a medida que la abertura 27 se reduce durante el funcionamiento. Como tal, el sistema de encendido 10 mejora la eficiencia de todo el sistema. En una realización, el diámetro de la abertura 27 es algunos órdenes de magnitud menor que la longitud de onda de las microondas en la guía de ondas 9 de manera que no habrá fuga a través de las puertas 18a y 18b, mejorando aún más la eficiencia del sistema.

En las figuras 1D y 1E, la abertura 27 está formada por un par de rebajes 29 en las puertas 18a y 18b. Sin embargo, debería ser evidente para los expertos en la materia que otros tipos adecuados de mecanismo, como un iris que tiene varios dedos, se puede utilizar para controlar el diámetro de la abertura 27.

La figura 2A muestra un diagrama esquemático de un sistema de generación de plasma 30 de acuerdo con otra realización de la presente invención, en que un sistema de encendido 31 se retira de una cavidad rodeada por un tubo de flujo de gas 50, una guía de ondas 48, y dos mallas 34 y 36. La figura 2B es una vista ampliada del sistema de encendido 31 en la figura 2A. La figura 2C muestra una vista desde arriba del par de puertas 46a y 46b en la figura 2B. Como se muestra, la estructura y de funcionamiento mecanismos de la guía de ondas 48, el tubo de flujo de gas 50, el par de electrodos 44a y 44b, el soporte del electrodo 42, el par de puertas 46a y 46b, y el par de elementos elásticos 40a y 40b serán similares a sus homólogos del sistema de generación de plasma 2 en la figura 1A, siendo la diferencia que el gas no se proporciona a través del soporte del electrodo 42 y el par de mallas 34 y 36 se utilizan para bloquear la fuga de microondas. En lugar de ello, el gas de trabajo se introduce en el tubo de flujo de gas 50 a través de un pasaje de gas 47 formado en la pared de la guía de ondas 48. Cuando el soporte del electrodo 42 se mueve a lo largo de la dirección de una flecha 32 mediante un accionador 53, el par de puertas 46a y 46b se desliza a lo largo de la dirección de una flecha 38. Debe ser evidente para los expertos en la materia que el accionador 53 puede ser de cualquier tipo adecuado, tal como accionador eléctrico. El par de puertas 46a y 46b no incluye cualquier receso similar al receso 39 en la figura 1D, es decir, las puertas 46a y 46b no tienen ninguna abertura cuando están cerradas, como se representa en la figura 2C, ya que el gas se introduce a través del pasaje de gas 47.

En otra realización, el soporte del electrodo 42 puede incluir un orificio pasante como el soporte del electrodo 14 en la figura 1A. En tales disposiciones, el gas de encendido puede pasar a través del orificio formado en el soporte del electrodo, mientras que el gas de trabajo puede pasar a través del pasaje de gas 47, es decir, el gas de encendido, que puede ser diferente del gas de trabajo, se introduce en el tubo de flujo de gas 50 durante el proceso de encendido inicial.

La figura 2D muestra un diagrama esquemático del sistema de generación de plasma 30 en el que el sistema de encendido 31 se hace avanzar en la cavidad o el tubo de flujo de gas 50. La figura 2E es una vista ampliada del sistema de encendido 31 en la figura 2D. Tal como se representa, de alta tensión se aplica a los electrodos 44a y 44b para generar un arco eléctrico 43, que a su vez ionizan el gas en el tubo de flujo de gas 50. A continuación, el gas ionizado genera una pluma de plasma 49 en conjunción con la energía de microondas dentro de la guía de ondas 48. Al establecer la pluma de plasma 49, el sistema de encendido 31 se retira del tubo de flujo de gas 50, como se representa en la figura 2A.

La figura 3A muestra un diagrama esquemático de un sistema de generación de plasma 70 de acuerdo con otra realización de la presente invención, en un sistema de encendido 71 se retira de una cavidad rodeada por un tubo de flujo de gas 72, las mallas 76 y 78, y una guía de ondas 73. La figura 3B muestra un diagrama esquemático del sistema de generación de plasma 70, en el que el sistema de encendido 71 se mueve en la cavidad. Los mecanismos de estructura y de funcionamiento de los componentes del sistema de generación de plasma 70 son similares a los de sus homólogos del sistema de generación de plasma 30, con la diferencia de que el sistema de encendido 71 se encuentra en la parte inferior del sistema de generación de plasma 70, es decir, el sistema de encendido 71 está situado aguas abajo del tubo de flujo de gas 72, mientras que el sistema de encendido 31 está situado aguas arriba del tubo de flujo de gas 50. Por razones de brevedad, el accionador similar al accionador 53 no se muestra en las figuras 3A y 3B.

Como se discutió anteriormente, el procedimiento de funcionamiento del sistema de generación de plasma 70 es similar al del sistema de generación de plasma 30. Por ejemplo, el sistema de encendido 71 se hace avanzar en la cavidad para establecer una pluma de plasma 74, como se representa en la figura 3B. Entonces, el sistema de encendido 71 se retira de la cavidad de manera que las puertas bloquean la fuga de energía de microondas de la guía de ondas 73.

La figura 4A muestra un diagrama esquemático de un sistema de generación de plasma 80 de acuerdo con otra realización de la presente invención, en que un sistema de encendido 81 se introduce en una cavidad rodeada por la guía de ondas 90, una malla 87, y un tubo de flujo de gas 96 formado de material transparente a las microondas, tal como cuarzo. La figura 4B muestra un diagrama esquemático del sistema de generación de plasma 80, en el que el sistema de encendido 81 se retira de la cavidad. La figura 4C muestra una vista superior de una porción de la pared de la guía de ondas 90 cerca del orificio pasante 98. La figura 4D muestra una vista superior de la junta 88 en la figura 4A.

Como se representa en las figuras 4A - 4D, el sistema de encendido 81 incluye: un electrodo 85 móvil hacia arriba y hacia abajo; una función de placa de presión 84 fijada al electrodo 85; una junta 88; un mecanismo elástico 86, como un muelle, conectado tanto a la función de la placa de presión 84 y la junta 88; una carcasa 82 que forma un espacio cerrado sobre la guía de ondas 90 y tiene una entrada de gas 83, en donde la carcasa 82 puede estar formada de material opaco a las microondas, tal como metal. El electrodo 85 está aislado eléctricamente de la carcasa 82 por un elemento aislante 93. En una realización alternativa, la carcasa 82 y el elemento aislante 93 se forman en un cuerpo integral de material dieléctrico.

Para establecer una pluma de plasma 92, el electrodo 85 se mueve hacia abajo de modo que su punta cónica se encuentra dentro de la cavidad. Además, la separación entre el borde interior del orificio 98 y la superficie exterior del electrodo 85, forma un conducto de flujo de gas de encendido, es decir, el orificio 98 y el electrodo 85 forman una puerta para recibir el gas de encendido. Entonces, se aplica alta tensión al extremo proximal del electrodo 85 de modo que un arco eléctrico 91 se forma en el extremo distal del electrodo 85. Aquí, las paredes de la guía de ondas 90 pueden estar conectadas a tierra para proporcionar un potencial eléctrico relativo prefijado al electrodo 85. Alternativamente, un par de electrodos que es similar al par de electrodos 12a y 12b (mostrado en la figura 1A) puede ser utilizado en lugar del electrodo 85, donde los electrodos están aislados de la tierra. Se observa que las almohadillas dieléctricas 97 pueden estar unidas a la superficie interior de la guía de ondas 90 de manera que el arco 91 puede estar restringido a la región cerca de la punta del electrodo 85. Además, las almohadillas dieléctricas 97 pueden cubrir las esquinas agudas de la guía de ondas 90, obviando la descarga involuntaria de arco eléctrico cerca de las esquinas.

El arco eléctrico 91 puede ionizar el gas de encendido introducido en el tubo de flujo de gas 96 a través del orificio 98. A continuación, el gas ionizado enciende el gas dentro de la cavidad y forma una pluma de plasma 92 en conjunción con la energía de microondas dirigida en la guía de ondas 90. Durante esta etapa, la función de la placa de presión 84 aplica una fuerza a la junta 88 de manera que sella los bloques (o reduce el flujo pasante) de los orificios 94 formados en la guía de ondas 90, como se representa en la figura 4A.

En las figuras 4A y 4B, el orificio 98 se utiliza como un conducto de flujo de gas durante el proceso de encendido, mientras que los orificios 94 se utilizan como un conducto de flujo de gas durante la operación principal de plasma. Sin embargo, dependiendo de las condiciones operativas, la junta 88 puede no cerrar completamente los orificios 94 durante la fase de encendido. Por ejemplo, el gas puede fluir a través de ambos de los orificios 98 y 94 al mismo tiempo cuando se inicia el arco de alta tensión 91.

Una vez establecida la pluma de plasma 92, el electrodo 85 se mueve hacia arriba de manera que el orificio 98 es bloqueado por la punta cónica del electrodo 85. Además, la función de la placa de presión 84 mueve el elemento elástico 86 hacia arriba de manera que la junta 88 desbloquea los orificios 94, como se muestra en la figura 4B. El gas de trabajo que fluye a través de los orificios 94 se alimenta en la columna de plasma 92 de manera que la pluma de plasma es sostenida en la cavidad. Se observa que el gas de encendido introducido a través del orificio 98 puede ser diferente o el mismo que el gas de trabajo introducido a través de los orificios 94.

Como se muestra en la figura 4C, una pared de la guía de ondas 90 incluye una pluralidad de orificios 94 para pasar

a su través el gas de trabajo y el orificio 98 para recibir el electrodo 85. En una realización, el diámetro de cada orificio 94 puede ser algunos órdenes de magnitud menor que la longitud de onda de las microondas dentro de la guía de ondas 90 de manera que la energía de microondas no se escapa a través de los orificios 94. En la figura 4C, se muestran solo ocho orificios. Sin embargo, debería ser evidente para los expertos en la materia que otro número adecuado de orificios se puede formar en la guía de ondas 90.

Como se muestra en la figura 4D, la junta 88 tiene una forma sustancialmente de anillo de manera que pueda bloquear o restringir los orificios 94 cuando la placa de presión 84 aplica una fuerza a la junta 88. La junta 88 puede estar formada de material, tal como metal, que es opaco a las microondas. En una realización alternativa, la junta 88 puede ser sustituida por múltiples válvulas, tales como válvulas de aguja, donde cada válvula puede controlar el flujo a través de cada uno de los orificios 94.

En una realización alternativa, la junta 88 se puede fijar directamente al electrodo 85 de modo que se pueden mover como un solo cuerpo rígido. En esta realización, la placa de presión 84 y de mecanismo elástico 86 puede ser eliminados del sistema 80.

El electrodo 85 se puede mover hacia arriba o hacia abajo por un accionador 99. Debe ser evidente para los expertos en la materia que el accionador 99 puede ser de cualquier tipo adecuado, tal como accionador eléctrico. El accionador 99 puede estar situado dentro de la carcasa 82.

La figura 5A muestra un diagrama esquemático de un sistema de generación de plasma 100 de acuerdo con otra realización de la presente invención. Como se muestra, el electrodo 101 se puede mover de manera que la porción de la punta cónica se introduce en o se retira de la cavidad formada por la guía de ondas 102, dos mallas 106 y 108; y un flujo de gas del tubo 104. El electrodo 101, la guía de ondas 102, las mallas 106 y 108 pueden estar formados de materiales opacos a las microondas, como el metal. La figura 5B muestra un diagrama esquemático del sistema de generación de plasma 100, donde la porción de la punta del electrodo del electrodo 101 se retira de la cavidad.

Para encender el plasma en la cavidad, el electrodo 101 se puede mover hacia la cavidad por un accionador 160 de modo que la porción de la punta cónica del electrodo 101 está dentro de la cavidad. Entonces, se aplica alta tensión al electrodo 101 para generar un arco eléctrico 110 en la punta del electrodo 101. A continuación, el gas inyectado a través del orificio 103 en la pared de la guía de ondas 102, que puede ser un gas de trabajo, se transforma en una pluma de plasma 111 mediante el uso de la energía de microondas dirigida a la guía de ondas 102 de acuerdo con el mecanismo de ignición descrito anteriormente. Para evitar de arco eléctrico en el interior del orificio 114, el orificio 114 está rodeado por una almohadilla dieléctrica 116 asegurada a la superficie interior de la guía de ondas 102.

Cuando la pluma de plasma 111 se establece en el interior del tubo de flujo de gas 104, el electrodo 101 se mueve de manera que la punta cónica del electrodo 101 se retira de la cavidad. La punta cónica del electrodo 101 está dimensionada para bloquear el orificio 114 formado en la guía de ondas 102 de manera que la energía de microondas no se escapa a través del orificio 114.

Se observa que el gas de encendido puede fluir a través de la separación entre el borde del orificio 114 y la superficie exterior del electrodo 101 cuando el electrodo 101 se hace avanzar hacia la cavidad. Alternativamente, el gas de encendido se puede inyectar a través del orificio 103. En ambas formas de realización, se inyecta el gas de trabajo a través del orificio 103.

Como se representa en las figuras 5A - 5B, la almohadilla dieléctrica 116 cubre el orificio 114, pero no se extiende a la superficie interior de la guía de ondas 102 que define la cavidad. Por lo tanto, cuando el electrodo 101 se retira de la cavidad por el accionador 160, como se muestra en la figura 5B, la porción de la punta cónica del electrodo 101 directamente en contacto con la guía de ondas 102 de forma que el electrodo 101 está conectado a tierra a través de la guía de ondas 102. Cuando el electrodo 101 y la guía de ondas 102 están conectados a tierra y formados de material conductor de la electricidad, la energía de microondas en la cavidad no se filtraría a través del orificio 114 durante el funcionamiento. Debe ser evidente para los expertos en la materia que el accionador 160 puede ser de cualquier tipo adecuado, tal como accionador eléctrico.

La figura 6 muestra un diagrama esquemático de un sistema de generación de plasma 140 de acuerdo con otra realización de la presente invención. Como se muestra, el sistema 140 es similar al sistema 100, con la diferencia de que la dimensión de la sección transversal del orificio 144 formado en la guía de ondas 142 varía a lo largo de la dirección longitudinal del electrodo 141. Mediante la variación de la dimensión de la sección transversal, la impedancia entre el electrodo 141 y la guía de ondas 142 también es variada. Al hacer que la impedancia sea mínima cerca de la porción de la punta cónica del electrodo 141, la ubicación del arco 150 se puede limitar a la zona cerca de la porción de la punta cónica del electrodo 141. Por razones de brevedad, un accionador para mover el electrodo 141 no se muestra en la figura 6, en el que el accionador puede ser similar al accionador 160.

Aunque la presente invención ha sido descrita con referencia a las realizaciones específicas de la misma, se debe entender que lo anterior se refiere a realizaciones preferidas de la invención y que pueden hacerse modificaciones sin apartarse del alcance de la invención, la invención está limitada por las reivindicaciones adjuntas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema de generación de plasma (2), que comprende:

- 5 un par de electrodos (12a, 12b) que tienen extremos distales;
 un portaelectrodos (14) que sostiene dicho par de electrodos (12a, 12b);
 una puerta (18a, 18b) que tiene una superficie sobre la que dicho soporte de electrodo (14) está montado de forma deslizante y adaptado para ser controlado por el deslizamiento de dicho soporte de electrodo (14) en dicha superficie;
 10 un elemento elástico (20a, 20b) fijado a dicha puerta (18a, 18b) y adaptado para generar una fuerza para cerrar una abertura definida por dicha puerta (18a, 18b),
 una guía de ondas (9) que tiene una entrada de gas para recibir un gas de trabajo y adaptada para transmitir a través del mismo energía de microondas, estando dicha puerta (18a, 18b) montada de forma deslizante sobre una superficie de dicha guía de ondas (9); y
 15 un tubo de flujo de gas (13) dispuesto dentro de dicha guía de ondas (9) y que tiene una entrada para recibir dicho gas de trabajo que pasa a través de dicha entrada de gas de dicha guía de ondas (9),
 en donde dichos extremos distales están adaptados para moverse en una abertura de dicha puerta (18a, 18b) cuando dicho soporte de electrodo (14) se desliza a lo largo de una dirección en la superficie y está adaptado para generar un arco eléctrico para encender de ese modo un plasma en un gas.

20 2. Un sistema de generación de plasma según la reivindicación 1, en el que dicho soporte de electrodo (14) incluye un orificio que forma un conducto de paso de dicho gas y en el que el arco eléctrico está adaptado para encender un plasma en dicho gas.

25 3. Un sistema de generación de plasma según la reivindicación 2, en el que dicho tubo de flujo de gas (13) tiene una entrada para recibir dicho gas que sale de la abertura de dicha puerta.

4. Un sistema generador de plasma según la reivindicación 1, que comprende, además:

30 un accionador para controlar dicho soporte de electrodo (14).

5. Un sistema de generación de plasma según la reivindicación 1, en el que dicho soporte de electrodo (14) incluye un orificio que forma un conducto de paso de un gas de encendido y en el que el arco eléctrico está adaptado para encender un plasma en el gas de ignición.

35 6. Un sistema de generación de plasma según la reivindicación 1, en el que dicho soporte de electrodo (14) está formado de un material dieléctrico.

40 7. Un sistema de generación de plasma (80), que comprende:

- un electrodo (85) que tiene un extremo distal;
 una guía de ondas (90) que tiene una pared, teniendo dicha pared un orificio (98) a través del cual pasa dicho electrodo (85) y al menos una abertura para recibir un primer gas a través de la misma, en donde dicha guía de ondas rodea una cavidad; y
 45 un accionador acoplado a dicho electrodo (85) y adaptado para mover dicho electrodo (85) con relación a dicha pared;

50 en el que dicho extremo distal y dicho orificio (98) están configurados para formar un hueco para recibir un segundo gas a su través cuando se hace avanzar dicho electrodo (85) dentro de dicha cavidad de dicho accionador, y en el que dicho hueco está cerrado cuando dicho electrodo es retirado de dicha cavidad por dicho accionador; y en el que dicho extremo distal está adaptado para moverse dentro de dicha guía de ondas (90) cuando dicho accionador hace avanzar dicho electrodo en dicha cavidad y para generar un arco eléctrico para encender de ese modo dicho segundo gas en un plasma durante la operación.

55 8. Un sistema generador de plasma según la reivindicación 7, que comprende, además:

un mecanismo de control de gas para abrir o cerrar dicha al menos una abertura.

60 9. Un sistema generador de plasma según la reivindicación 7, que comprende, además:

un tubo de flujo de gas dispuesto dentro de dicha guía de ondas (90) y que tiene una entrada para recibir dichos primer y segundo gases.

65 10. Un sistema de generación de plasma según la reivindicación 9, en el que dicho tubo de flujo de gas tiene una salida, que comprende, además:

una malla (106, 108) dispuesta en la salida de dicho tubo de flujo de gas y configurada para bloquear la fuga de energía de microondas en la guía de ondas (90).

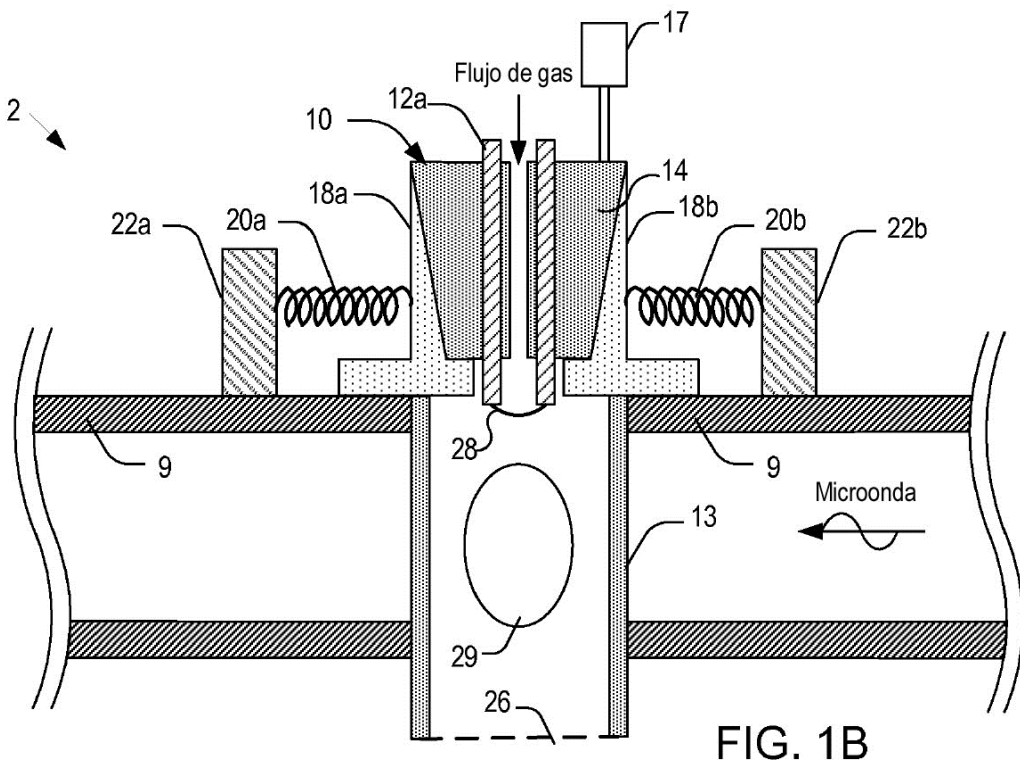
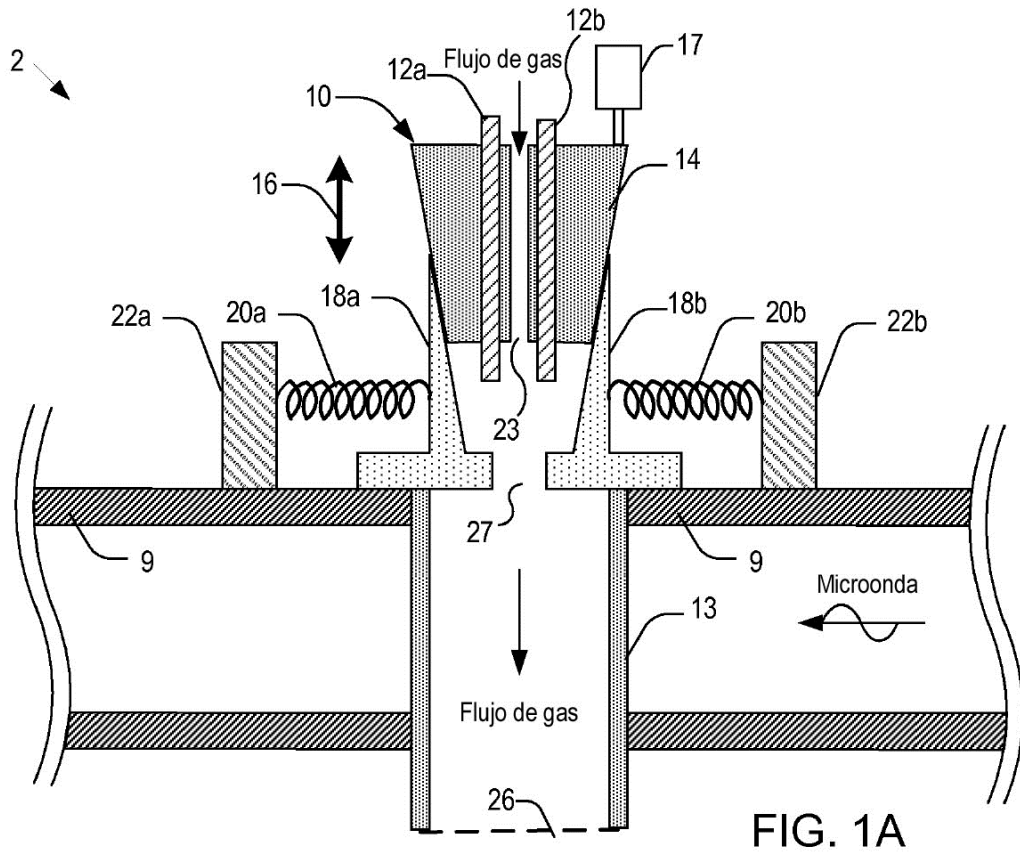
5 11. Un sistema de generación de plasma según la reivindicación 7, en el que dicho primer gas es un gas de trabajo y dicho segundo gas es un gas de ignición.

12. Un sistema generador de plasma según la reivindicación 7, que comprende, además:

10 una almohadilla dieléctrica (116) que cubre dicho orificio para de ese modo aislar eléctricamente dicha pared de la guía de ondas (90) de dicho electrodo (85).

13. Un sistema de generación de plasma según la reivindicación 7, en el que dicho extremo distal tiene una forma generalmente cónica de modo que dicha separación se cierra cuando dicho electrodo (85) se retira de dicha guía de ondas (90).

15 14. Un sistema de generación de plasma según la reivindicación 7, en el que una dimensión de la sección transversal de dicho orificio (98) varía a lo largo de una dirección longitudinal de dicho electrodo (85).



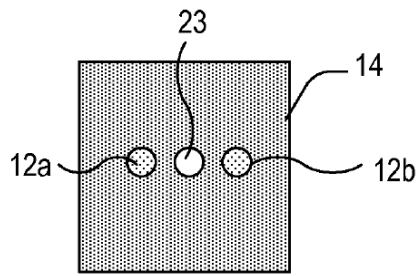


FIG. 1C

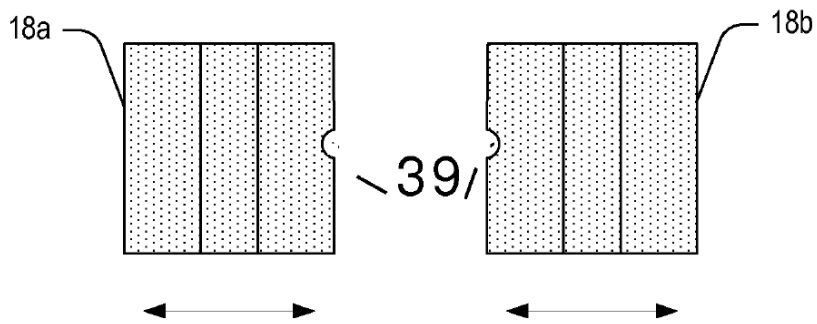


FIG. 1D

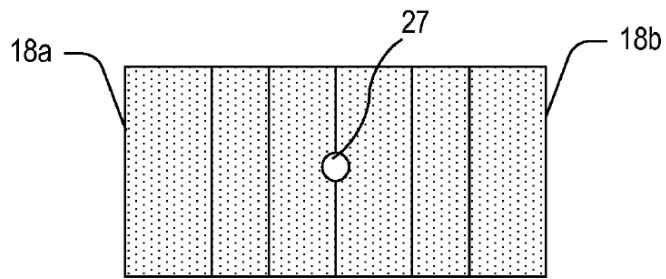


FIG. 1E

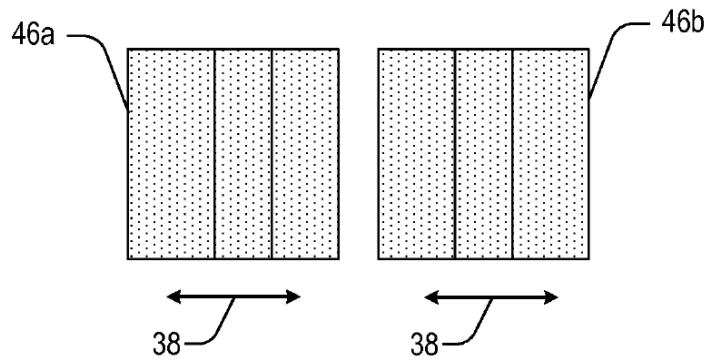


FIG. 2C

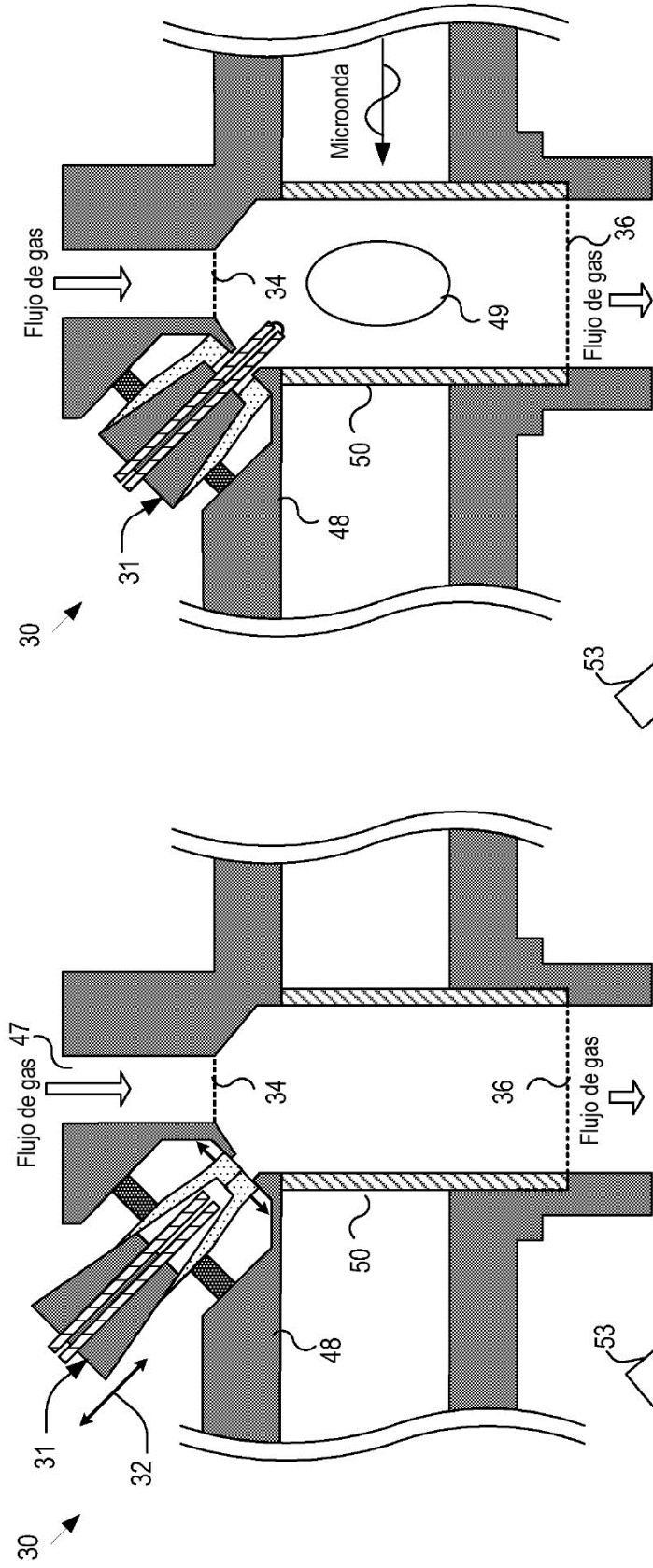


FIG. 2D

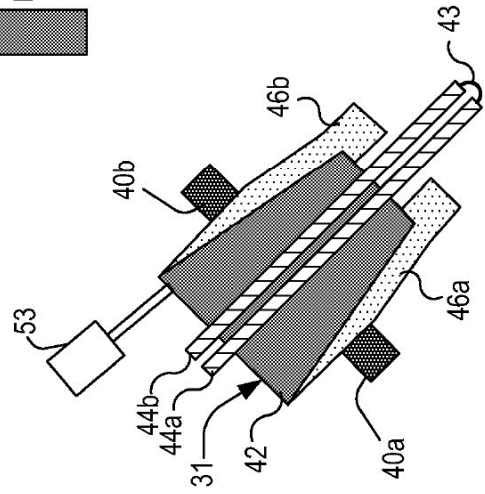


FIG. 2E

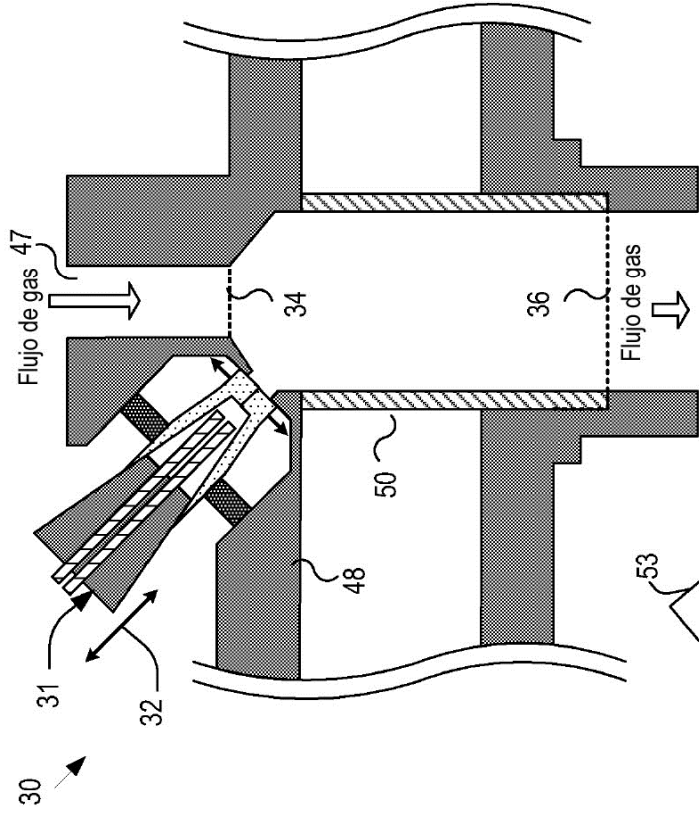


FIG. 2A

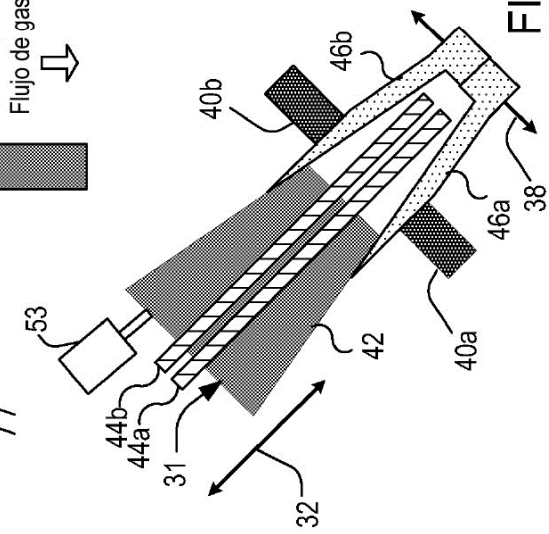


FIG. 2B

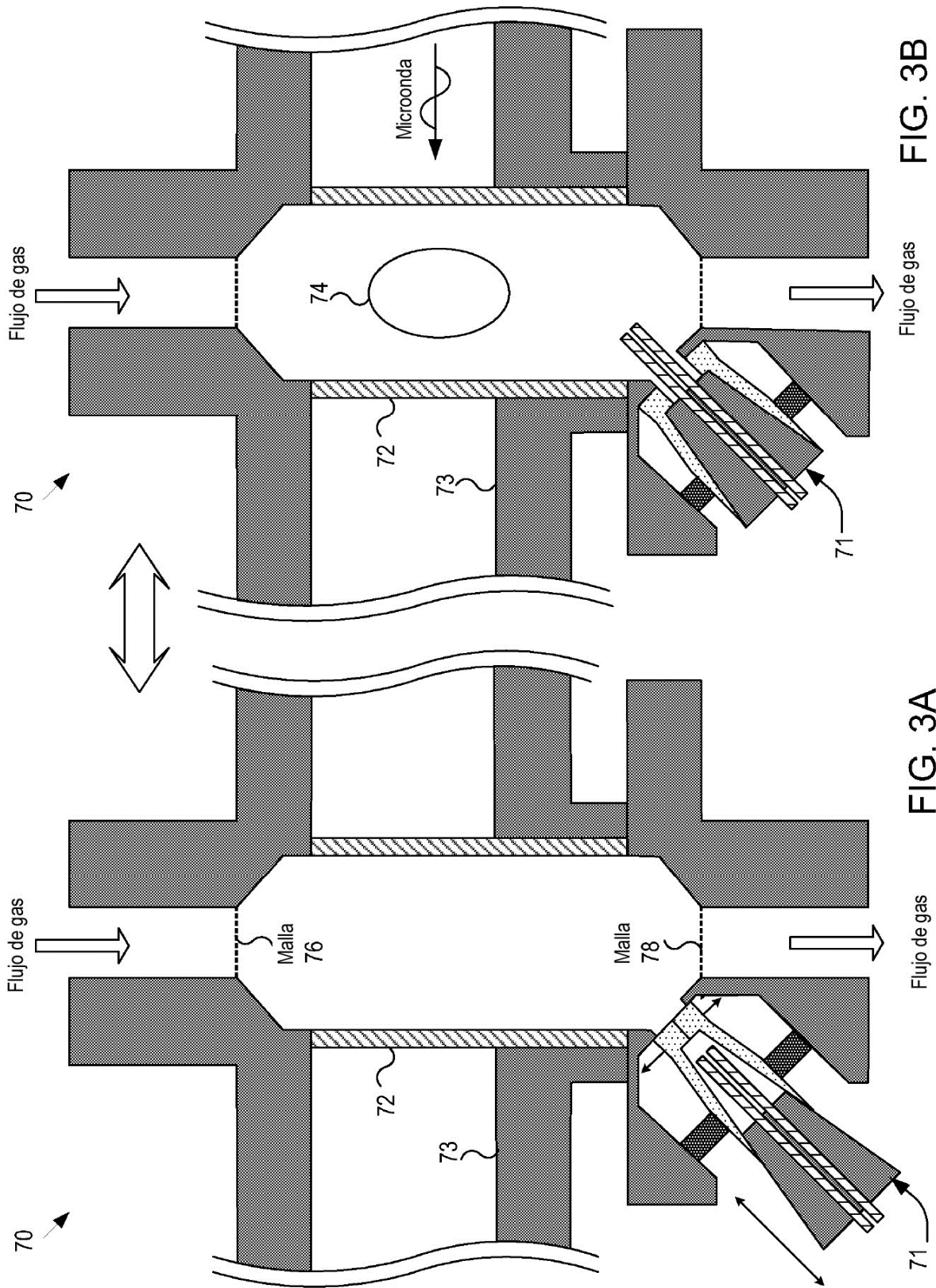


FIG. 3B

FIG. 3A

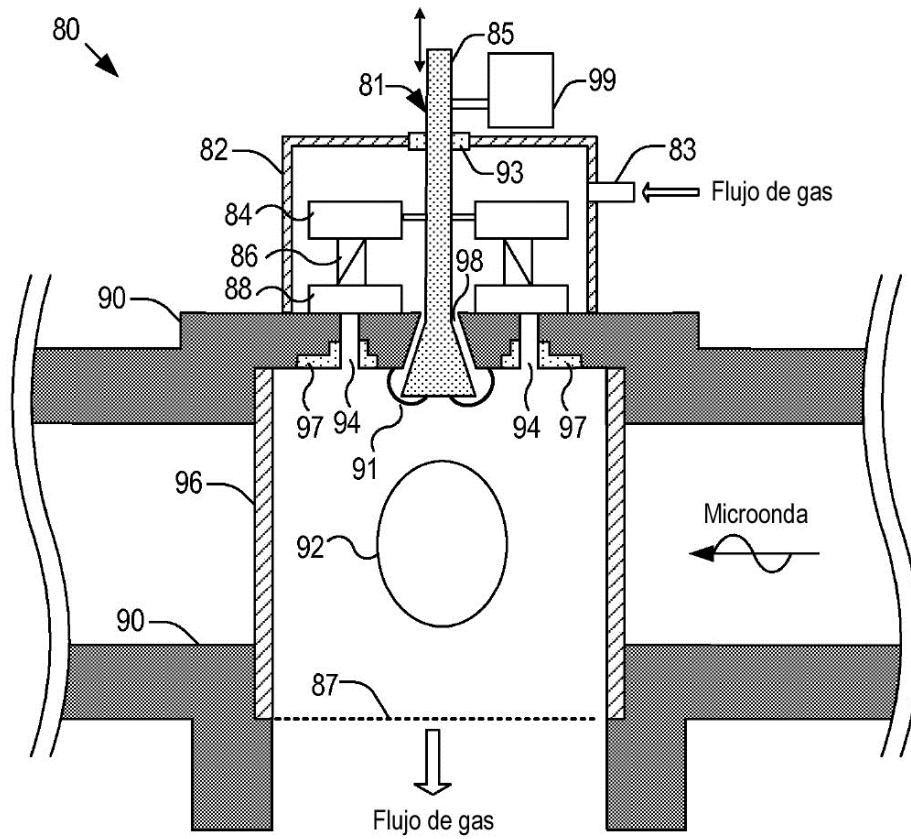


FIG. 4A

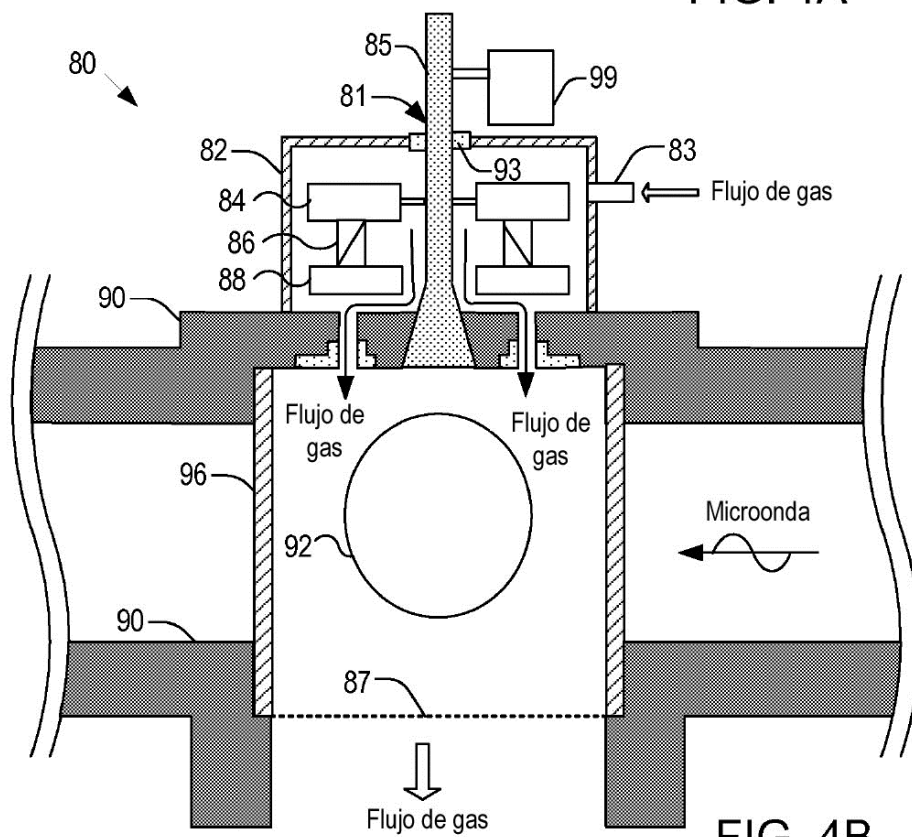


FIG. 4B

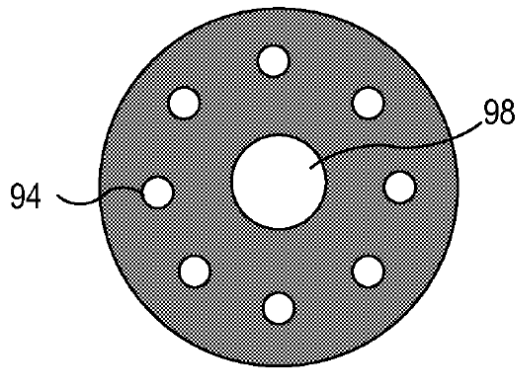


FIG. 4C

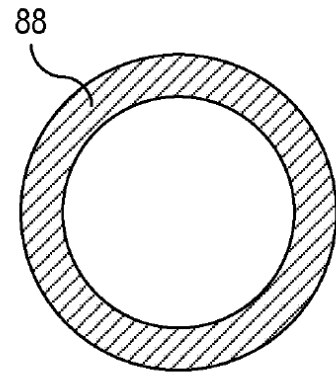


FIG. 4D

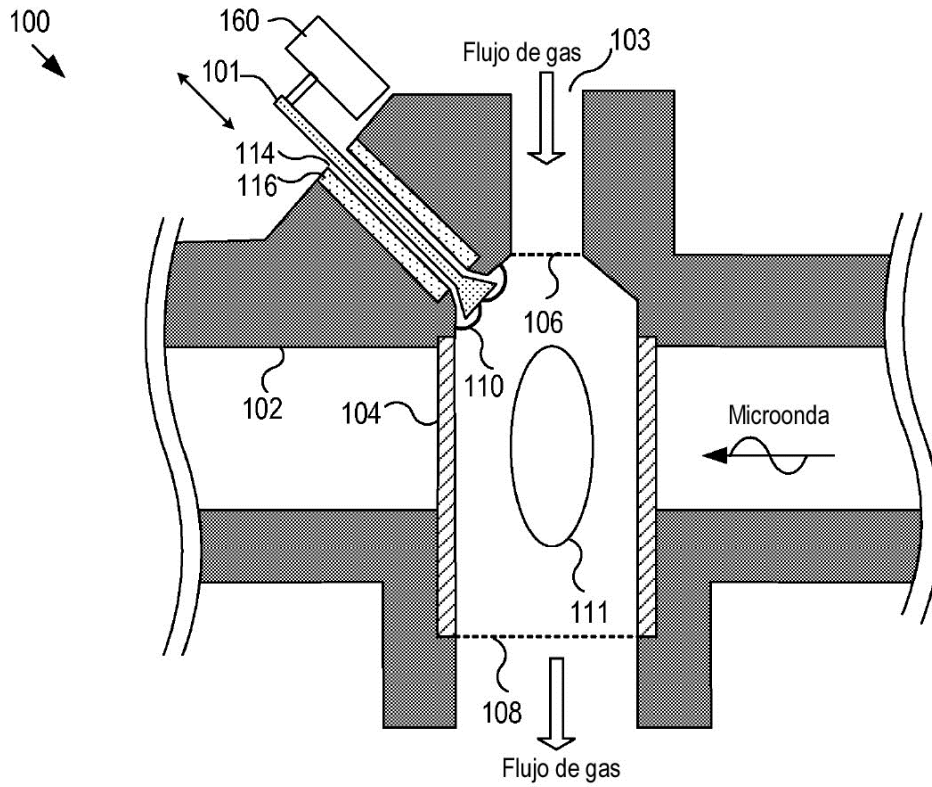


FIG. 5A

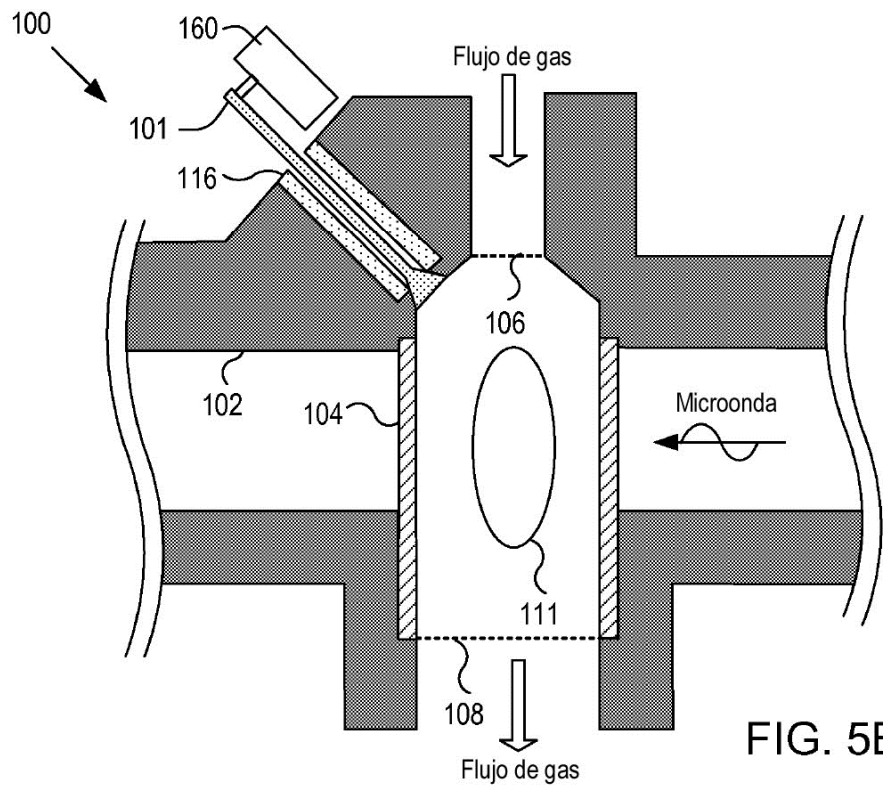


FIG. 5B

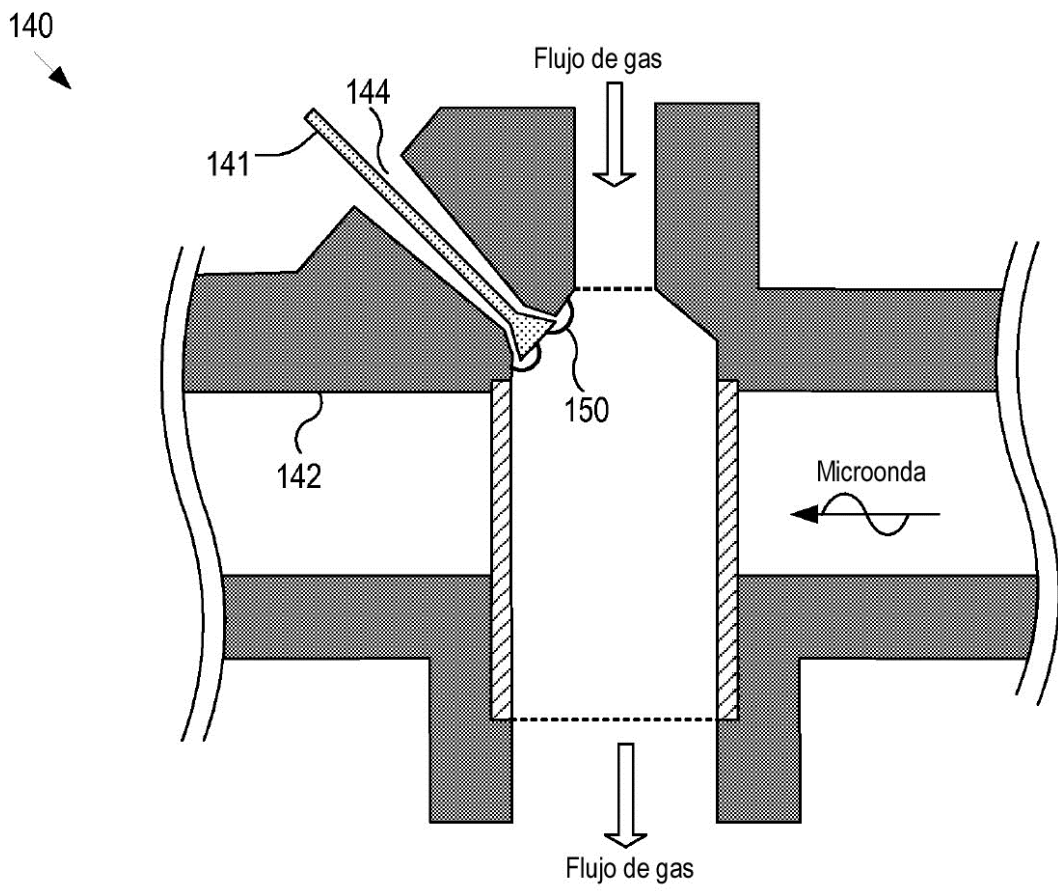


FIG. 6