

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **3 018 612**

51 Int. Cl.:

H01M 4/70 (2006.01)

H01J 37/02 (2006.01)

H05H 1/24 (2006.01)

H01J 37/32 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **20.12.2019** **PCT/AU2019/051417**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.06.2020** **WO20124158**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **20.12.2019** **E 19900120 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **19.02.2025** **EP 3900087**

54 Título: **Mejoras en reactores de plasma**

30 Prioridad:

21.12.2018 AU 2018904912

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
16.05.2025

73 Titular/es:

OZONE 1 PTY LTD (100.00%)
89 Spencer Road
Nerang QLD 4211, AU

72 Inventor/es:

BRAUER, JOHN LIONEL

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 3 018 612 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

Mejoras en reactores de plasma

5 Campo técnico

La presente invención se refiere a reactores de plasma. En particular, la presente invención se refiere a reactores de plasma para el tratamiento de materiales en la fase gaseosa por medio de descargas de plasma.

10 Antecedentes de la técnica

Las descargas de plasma tienen lugar en medios gaseosos cuando el campo eléctrico localizado en las proximidades de un cuerpo supera el voltaje de ruptura eléctrica del medio gaseoso. Los reactores de plasma consisten habitualmente en una cámara que tiene una entrada y una salida para un medio gaseoso, un electrodo interior axial y un electrodo exterior cilíndrico que rodea al electrodo interior. La descarga eléctrica dentro de tales reactores consiste en estelas que se extienden desde el electrodo interior hacia el electrodo exterior.

Descomponiendo el medio gaseoso dentro del reactor, pueden generarse nuevas especies gaseosas. Estas nuevas especies gaseosas pueden ser útiles por sí mismas (tal como la generación de ozono a partir de oxígeno o aire) o pueden usarse para convertir gases nocivos en especies menos nocivas (tal como la generación de monóxido de carbono e hidrógeno a partir de gases de efecto invernadero tales como dióxido de carbono y metano).

En algunas situaciones, puede producirse ácido como un producto de la reacción dentro del reactor. En los reactores de plasma convencionales, el ácido puede dañar los sellos, conduciendo a una reducción de la eficiencia del reactor, así como a una vida útil operativa acortada.

Por lo tanto, habría una ventaja si fuera posible proporcionar un reactor de plasma (o partes del mismo) que pudiera reducir o eliminar los efectos de la producción de ácido sobre la eficiencia del funcionamiento y la vida útil operativa del reactor.

El documento WO 2016/000038 A1 divulga un aparato de descarga por efecto corona que hace uso de tres elementos de sellado situados adyacentes entre sí para formar un sello entre el electrodo interior y el manguito dieléctrico. Debido a que los elementos de sellado tales como juntas tóricas no se forman necesariamente para ser perfectamente redondos, elípticos, ovalados, y así sucesivamente, proporcionar tres elementos de estanquidad conjuntamente asegurará que se forma un sello anular adecuado, debido a que pueden compensarse las diferencias de espesor y forma de las juntas tóricas.

El documento CA 2 075 789 A1 describe una célula de reactor para un generador de ozono con un electrodo exterior y un electrodo interior situado concéntricamente dentro del electrodo exterior.

El documento WO 02/15350 A2 describe una célula de descarga por efecto corona para la producción de ozono con electrodos interiores fabricados a partir de una barra de metal, un manguito dieléctrico y electrodos exteriores. Los separadores y/o anillos de sellado aíslan una región de producción de descargas por efecto corona frente a las condiciones ambientales.

Sumario de la invención

La presente invención se dirige a un electrodo para un reactor de plasma que puede superar al menos parcialmente al menos una de las desventajas mencionadas anteriormente o proporcionar al consumidor una opción útil o comercial.

En un primer aspecto, la presente invención radica en términos generales en un electrodo para un reactor de plasma, comprendiendo el electrodo un cuerpo alargado que tiene un extremo de entrada y un extremo de salida opuesto, una región de reacción que se extiende a lo largo de una porción del cuerpo alargado, una primera región de sellado ubicada entre la región de reacción y el extremo de entrada del cuerpo alargado y una segunda región de sellado ubicada entre la región de reacción y el extremo de salida del cuerpo alargado, en donde cada una de la primera región de sellado y la segunda región de sellado comprende una pluralidad de porciones de recepción adaptadas para recibir un elemento de sellado en las mismas, y en donde un elemento de barrera adaptado para reducir o eliminar el flujo de fluido entre las porciones de recepción se proporciona entre cada una de la pluralidad de porciones de recepción.

Preferentemente, el electrodo comprende un electrodo interior de un reactor de plasma.

El cuerpo alargado puede ser de cualquier tamaño, forma o configuración adecuado, y se entenderá que las dimensiones del cuerpo alargado pueden aumentarse o reducirse a escala dependiendo del servicio al que se vaya a someter el electrodo. En una realización preferente de la invención, el cuerpo alargado puede tener una sección transversal sustancialmente circular a lo largo de sustancialmente toda su longitud. Por lo tanto, en esta realización de la invención, el electrodo puede comprender una barra o varilla. El electrodo interior puede fabricarse a partir de cualquier material adecuado, aunque en una realización preferida de la invención, el electrodo interior puede fabricarse

a partir de metal, tal como, pero sin limitación, aluminio, hierro, acero dulce, acero inoxidable, cobre, plata, oro, aluminio, platino, titanio o cualquier aleación de metal adecuada.

5 En una realización preferida, el electrodo puede comprender al menos una perforación que se extiende a lo largo de al menos una porción de la longitud del cuerpo alargado. Preferentemente, la al menos una perforación se extiende desde el extremo de entrada del electrodo a lo largo de al menos una porción de la longitud del electrodo. La perforación puede extenderse hasta el extremo de salida del electrodo, o puede terminar en un punto entre el extremo de entrada y el extremo de salida del electrodo.

10 Como alternativa, el electrodo puede incluir das perforaciones. En esta realización de la invención, una primera perforación (o perforación de entrada) puede extenderse al interior del cuerpo desde el extremo de entrada del mismo. Una segunda perforación (o perforación de salida) puede extenderse al interior del cuerpo desde el extremo de salida del mismo. Preferentemente, la longitud combinada de la primera perforación y la segunda perforación es menor que la longitud del cuerpo alargado. De esta forma, la primera perforación y la segunda perforación no se encuentran. Por
15 lo tanto, en esta realización, los extremos más interiores de las perforaciones pueden estar separados entre sí por una porción de la longitud del cuerpo alargado.

La región de reacción puede ser de cualquier tamaño, forma o configuración adecuado, y se entenderá que la longitud de la región de reacción puede variar dependiendo del servicio al que se vaya a someter el electrodo. Preferentemente,
20 la región de reacción comprende una porción de una superficie exterior del cuerpo alargado.

La superficie exterior del cuerpo alargado dentro de la región de reacción puede adaptarse para potenciar la reacción que va a tener lugar en la región de reacción. En algunas realizaciones de la invención, la superficie del cuerpo alargado en la región de reacción puede ser sustancialmente lisa. Como alternativa, la superficie del cuerpo alargado
25 en la región de reacción puede texturizarse de forma que se potencie la reacción que va a tener lugar en la región de reacción. Por ejemplo, la superficie del cuerpo alargado en la región de reacción puede dotarse de una o más ranuras, canales o similares. En otras realizaciones de la invención, la superficie puede tratarse para proporcionar una pluralidad de regiones de altura elevada. Las regiones de altura elevada pueden ser de cualquier forma adecuada. Por ejemplo, las regiones de altura elevada pueden comprender una pluralidad de regiones relativamente grandes de altura elevada. Estas regiones relativamente grandes pueden tener una superficie sustancialmente plana o pueden tener una superficie irregular. Más preferentemente, sin embargo, las regiones de altura elevada pueden comprender una pluralidad de picos. En esta realización, la pluralidad de picos puede estar separada entre sí por una pluralidad de depresiones. En algunas realizaciones de la invención, puede proporcionarse una combinación de regiones relativamente grandes de altura elevada y picos. En una realización lo más preferida de la invención, las regiones de altura elevada comprenden una pluralidad de picos relativamente afilados que tienen una punta en el vértice del pico. La superficie puede tratarse de cualquier forma adecuada, tal como mediante tratamiento químico (tratamiento con ácido o similares) o a través de un proceso mecánico para retirar material de la superficie del cuerpo alargado (tal como limpieza con chorro de arena, corte, moleteado o similares).
30

40 En algunas realizaciones de la invención, al menos la superficie del cuerpo alargado en la región de reacción puede dotarse de un recubrimiento adaptado para potenciar la reacción que va a tener lugar en la región de reacción. En ciertas realizaciones de la invención, el recubrimiento puede ser un recubrimiento catalítico adaptado para potenciar la velocidad y/o la eficiencia de la reacción en la región de reacción. Puede usarse cualquier recubrimiento catalítico adecuado, aunque en algunas realizaciones de la invención, el recubrimiento catalítico puede ser un recubrimiento de un metal noble, tal como (aunque sin limitación) oro, plata, platino y similares.
45

También pueden usarse otros materiales de recubrimiento o chapado, tal como otros metales (por ejemplo, titanio), cerámicas (por ejemplo, dióxido de titanio) u óxidos (por ejemplo, dióxido de manganeso). Como alternativa, al menos la porción del cuerpo alargado ubicada en la región de reacción puede fabricarse a partir de estos materiales.
50

En una realización preferente de la invención, extremos opuestos de la región de reacción pueden ser definidos por un elemento de reborde. Preferentemente, el elemento de reborde puede adaptarse para reducir o eliminar el flujo de fluido más allá del elemento de reborde. En particular, el elemento de reborde puede adaptarse para reducir o eliminar el flujo de ácido generado en la región de reacción más allá del elemento de reborde. Por lo tanto, el elemento de reborde puede reducir o eliminar la posibilidad de que el ácido generado en la región de reacción entre en contacto con las regiones de sellado y, más particularmente, los elementos de sellado. En algunas realizaciones de la invención, los elementos de sellado pueden ser susceptibles de dañarse o degradarse cuando se ponen en contacto con ácido. A su vez, la degradación o el daño en el elemento de sellado puede dar como resultado una reducción de la eficacia del sello (y una pérdida de presión en la región de reacción) formado entre el elemento de sellado y, por ejemplo, un manguito (tal como un manguito dieléctrico) en el que se recibe el electrodo durante el uso.
55
60

El elemento de reborde puede ser de cualquier forma adecuada. Preferentemente, sin embargo, el elemento de reborde puede formarse en una sola pieza con el electrodo. En una realización preferente de la invención, el elemento de reborde puede extenderse hacia fuera desde la superficie del cuerpo alargado hasta una altura suficiente para evitar el flujo de líquido por encima del mismo. Por lo tanto, los elementos de reborde en extremos opuestos de la región de reacción pueden actuar eficazmente como muros de contención. En otras realizaciones, el elemento de
65

rebordo puede extenderse hacia fuera desde la superficie del cuerpo alargado hasta una altura a la que se ubica adyacente a, o en contacto a tope con, un manguito (tal como un manguito dieléctrico) en el que se recibe el electrodo durante el uso. De esta forma, los elementos de rebordo pueden reducir o eliminar el flujo de líquidos y/o gases desde la región de reacción a las regiones de sellado.

5 En una realización preferente de la invención, los elementos de rebordo pueden extenderse hacia fuera desde el cuerpo alargado de una forma sustancialmente anular.

10 Los elementos de rebordo pueden ser de cualquier forma adecuada. Por ejemplo, al menos uno de los elementos de rebordo puede ser ahusado. De esta forma, puede ser más fácil mover un elemento de sellado por encima del elemento de rebordo y al interior de una porción de recepción. Como alternativa, los elementos de rebordo pueden ser sustancialmente cuadrados. Esto puede ayudar a montar el electrodo en una objeción, tal como un mamparo. Este es en particular el caso para el elemento de rebordo ubicado entre las regiones de sellado y los extremos respectivos del electrodo.

15 En algunas realizaciones de la invención, una abertura puede proporcionarse en una superficie exterior del cuerpo alargado en cada extremo de la región de reacción. Se prevé que las aberturas pueden proporcionarse para drenar el fluido de la región de reacción (incluyendo ácido generado en la región de reacción). Las aberturas pueden ser de cualquier tamaño y forma adecuados, aunque se prefiere que las aberturas sean de un tamaño y una forma suficientes para ser capaces de drenar suficiente fluido desde la región de reacción para reducir o eliminar la acumulación de fluido (particularmente fluido ácido) en la región de reacción.

20 Preferentemente, las aberturas pueden estar en comunicación de fluidos con las una o más perforaciones en el cuerpo alargado. Las aberturas en cada extremo pueden estar en comunicación de fluidos con la misma perforación. Más preferentemente, la abertura ubicada en el extremo de entrada de la región de reacción (la abertura de entrada) puede estar en comunicación de fluidos con la perforación que se extiende al interior del cuerpo alargado desde el extremo de entrada del mismo, mientras que la abertura ubicada en el extremo de salida de la región de reacción (la abertura de salida) puede estar en comunicación de fluidos con la perforación que se extiende al interior del cuerpo alargado desde el extremo de salida del mismo.

30 Por lo tanto, en esta realización de la invención se prevé que el medio gaseoso que va a procesarse en el reactor de plasma puede entrar en el electrodo a través de la perforación ubicada en el extremo de entrada del cuerpo alargado, y puede pasar a través de la abertura de entrada al interior de la región de reacción. Los productos de reacción generados en la región de reacción pueden salir de la región de reacción a través de la abertura de salida y, entonces, salir del electrodo a través de la perforación ubicada en el extremo de salida del cuerpo alargado. Se entenderá que los productos de reacción pueden incluir cualquier especie producida durante la reacción dentro de la región de reacción, y pueden incluir especies gaseosas o líquidas. Además, es posible que una porción del medio gaseoso que entra en la región de reacción pueda no reaccionar. Como resultado, el medio gaseoso que no se ha hecho reaccionar también puede salir de la región de reacción a través de la abertura de salida.

40 Puede proporcionarse cualquier número adecuado de aberturas de entrada y aberturas de salida. Por ejemplo, puede proporcionarse una única abertura de entrada y una única abertura de salida. Más preferentemente, pueden proporcionarse al menos un par de aberturas de entrada y al menos un par de aberturas de salida. En una realización específica de la invención, el electrodo puede dotarse de cuatro aberturas de entrada y 4 aberturas de salida. En algunas realizaciones, las aberturas de entrada y/o las aberturas de salida pueden separarse equidistantemente entre sí alrededor de la circunferencia del electrodo.

50 Las perforaciones pueden extenderse más allá de las aberturas cualquier distancia adecuada hacia el extremo opuesto del electrodo, y la longitud de la perforación no es crítica para la invención. En algunas realizaciones de la invención, las perforaciones pueden extenderse solo una distancia relativamente corta hacia el extremo opuesto del electrodo más allá de las aberturas. En esta realización, se prevé que puede reducirse la probabilidad de que el gas estancado se acumule en la perforación. Además, el enfriamiento del electrodo puede mejorarse debido a un intercambio de aire aumentado.

55 Por otro lado, proporcionar perforaciones que se extienden una distancia relativamente larga hacia el extremo opuesto del electrodo más allá de las aberturas también puede proporcionar algunas ventajas. Por ejemplo, unas perforaciones más largas reducen la cantidad de material (y, por lo tanto, el peso) en el electrodo, reduciendo potencialmente los costes de envío. Una masa térmica reducida también puede ayudar al enfriamiento del electrodo.

60 En una realización preferente de la invención, una del par de perforaciones puede ser relativamente corta, mientras que una segunda del par de perforaciones puede ser relativamente larga. En esta realización de la invención, la perforación relativamente corta puede extenderse al interior del electrodo desde el extremo de entrada del electrodo, mientras que la perforación relativamente larga puede extenderse al interior del electrodo desde el extremo de salida del mismo.

65 Se prevé que, proporcionando una perforación relativamente corta en el extremo de entrada del electrodo, puede

proporcionarse un área reducida para que se acumule el fluido estancado. De esta forma, puede evitarse que la temperatura del fluido que entra en la región de reacción a través de la abertura de entrada se eleve demasiado. Si la temperatura del fluido se eleva demasiado, pueden tener lugar reacciones químicas no deseadas antes de que el fluido entre en la región de reacción, haciendo por lo tanto que la reacción en la región de reacción sea menos eficiente.

5 Además, se prevé que, proporcionando una perforación relativamente larga en el extremo de salida del electrodo, puede reducirse la masa térmica del electrodo, y el calor generado en la región de reacción puede retirarse mediante el fluido que sale de la región de reacción a través de las aberturas de salida.

10 En algunas realizaciones, puede proporcionarse una pluralidad de aberturas de entrada y/o una pluralidad de aberturas de salida.

Preferentemente, cada una de las aberturas de entrada y las aberturas de salida pueden ubicarse para pasar a través de al menos una porción del elemento de reborde ubicado en los extremos respectivos de la región de reacción. Se prevé que la cantidad de fluido que entra en las regiones de sellado puede reducirse o eliminarse ubicando las aberturas de tal modo que las mismas pasan a través de al menos una porción del elemento de reborde. Esto se debe a que no hay ninguna separación entre las aberturas y los elementos de reborde en la que se pueda acumular fluido y que este no se pueda retirar de la región de reacción a través de las aberturas.

20 En algunas realizaciones de la invención, una o más aberturas de salida intermedias pueden proporcionarse en la región de reacción separadas tanto de la primera región de sellado como de la segunda región de sellado. En esta realización de la invención, las una o más aberturas de salida intermedias dentro de la región de reacción pueden adaptarse para proporcionar una ruta de escape para fluido que ya se ha hecho reaccionar o se ha calentado. Esto puede no solo mejorar la eficiencia del electrodo, sino que también puede ayudar a evitar reacciones secundarias de fluido que ya se ha hecho reaccionar dentro de la región de reacción (y una descomposición asociada de producto de reacción, o una producción reducida de producto de reacción).

Las una o más aberturas de salida intermedias en la región de reacción pueden situarse a cualquier distancia adecuada con respecto a la primera región de sellado y la segunda región de sellado. Por ejemplo, las una o más aberturas de salida intermedias pueden ubicarse aproximadamente equidistantes de cada una de la primera región de sellado y la segunda región de sellado. Más preferentemente, sin embargo, las una o más aberturas de salida intermedias en la región de reacción pueden ubicarse más cerca del extremo de salida del electrodo que del extremo de entrada del mismo. En una realización específica de la invención, las una o más aberturas de salida intermedias de la región de reacción pueden ubicarse aproximadamente a un tercio de la longitud de la región de reacción desde la segunda región de sellado (y, por lo tanto, aproximadamente a dos tercios de la longitud de la región de reacción desde la primera región de sellado).

En algunas realizaciones de la invención, una pluralidad de aberturas de salida intermedias puede proporcionarse en diferentes puntos dentro de la región de reacción. Preferentemente, sin embargo, todas las aberturas de salida intermedias pueden ubicarse en la porción de la región de reacción que comprende aproximadamente un tercio de la longitud de la región de reacción desde la segunda región de sellado.

Se prevé que puede proporcionarse una pluralidad de aberturas de salida intermedias en situaciones en las que se anticipa que un flujo relativamente alto de fluido entre en el dispositivo. En situaciones de flujo relativamente alto, el producto de reacción puede extraerse de la pluralidad de aberturas de salida intermedias de tal modo que el volumen de fluido que fluye a través de las aberturas de salida en el extremo de la región de reacción es aproximadamente el mismo que en situaciones de flujo relativamente bajo.

Se prevé que el fluido que sale de la región de reacción a través de las una o más perforaciones de salida intermedias puede arrastrar fluido desde dentro de la perforación de salida hacia la salida del electrodo. Esto puede ayudar a asegurar que la temperatura del electrodo se mantenga relativamente baja.

Las aberturas de salida intermedias pueden ser de cualquier diámetro adecuado. En una realización preferente de la invención, el diámetro de las aberturas de salida intermedias es menor que el diámetro de las aberturas de salida. En una realización específica de la invención, el diámetro de las aberturas de salida intermedias puede ser de entre aproximadamente 1,5 mm y 2 mm, aunque se entenderá que el diámetro puede variar dependiendo del tamaño del electrodo, el diámetro de las aberturas de entrada y/o las aberturas de salida, el flujo de fluido a través de la región de reacción, la naturaleza de la reacción en la región de reacción, y así sucesivamente.

Se prevé que, retirando producto de reacción de la región de reacción a través de las una o más aberturas de salida intermedias, puede aumentarse la producción global de producto de reacción. Se prevé que la razón para esto puede ser, al menos en parte, que retirar el producto de reacción de la región de reacción a través de las una o más aberturas de salida intermedias puede reducir la probabilidad de reacciones secundarias que conviertan el producto de reacción deseado en otras especies químicas.

En algunas realizaciones de la invención, la región de reacción puede dotarse de uno o más canales. En una

realización preferente de la invención, un canal puede ubicarse adyacente a la primera región de sellado y/o la segunda región de sellado. En una realización particular, un canal puede ubicarse adyacente a un elemento de reborde en ambos extremos de la región de reacción. Preferentemente, al menos una porción de cada una de las aberturas se ubica dentro de los uno o más canales. Preferentemente, los uno o más canales son sustancialmente anulares.

5 Los uno o más canales pueden ser de cualquier forma adecuada. Preferentemente, sin embargo, el diámetro del cuerpo alargado en la región de los uno o más canales es inferior al diámetro del cuerpo alargado en el resto de la región de reacción. De esta forma, el fluido de la región de reacción puede fluir al interior de los uno o más canales y drenarse de forma más eficaz y/o completa. Preferentemente, los uno o más canales se extienden anularmente
10 alrededor de la circunferencia del cuerpo alargado.

Como se ha expuesto previamente, el electrodo comprende una primera región de sellado ubicada entre la región de reacción y el extremo de entrada del cuerpo alargado y una segunda región de sellado ubicada entre la región de reacción y el extremo de salida del cuerpo alargado. Las regiones de sellado pueden ser de cualquier forma adecuada,
15 y pueden proporcionar cualquier sello adecuado. Preferentemente, sin embargo, las regiones de sellado pueden adaptarse para proporcionar un sello entre el electrodo y un manguito (tal como un manguito dieléctrico) en el que se recibe el electrodo durante el uso.

20 En algunas realizaciones de la invención, uno o más elementos de sellado pueden formarse en una sola pieza con las regiones de sellado. Como alternativa, uno o más elementos de sellado pueden formarse separadamente de las regiones de sellado y pueden adaptarse para una conexión fija o retirable con las mismas.

Los uno o más elementos de sellado pueden ser de cualquier forma adecuada. Preferentemente, los uno o más elementos de sellado se fabrican a partir de un material deformable de forma elástica. De esta forma, los elementos
25 de sellado pueden deformarse cuando se ponen en contacto con un objeto (tal como un manguito, incluyendo un manguito dieléctrico, en el que se recibe el electrodo durante el uso), formando de ese modo un sello. Proporcionando una región de sellado en cada extremo de la región de reacción y formando un sello con las regiones de sellado, puede mantenerse una atmósfera y/o presión deseada dentro de la región de reacción.

30 Puede usarse cualquier material deformable de forma elástica adecuado, tal como caucho o un material polimérico. En algunas realizaciones de la invención, el material deformable de forma elástica puede tener propiedades de resistencia a ácidos. En una realización preferente de la invención, los uno o más elementos de sellado pueden comprender juntas tóricas, juntas o similares.

35 Las porciones de recepción pueden ser de cualquier forma adecuada. Preferentemente, sin embargo, las porciones de recepción pueden ser de una anchura suficiente para dar cabida en las mismas a al menos un elemento de sellado. Más preferentemente, cada porción de recepción se adapta para recibir un único elemento de sellado en la misma. Puede proporcionarse cualquier número adecuado de porciones de recepción. En una realización específica de la invención, se proporcionan al menos tres porciones de recepción, en donde cada una de las al menos tres porciones
40 de recepción se adaptan para recibir un elemento de sellado.

En una realización preferente de la invención, las porciones de recepción pueden tener un diámetro menor que tanto los elementos de reborde como los elementos de barrera. Por lo tanto, cuando se recibe un elemento de sellado en una porción de recepción, se prevé que el elemento de sellado puede extenderse radialmente hacia fuera desde la
45 porción de recepción hasta un punto sustancialmente igual a o ligeramente por encima del punto hasta el que los elementos de reborde y los elementos de barrera se extienden radialmente desde el cuerpo alargado.

Los elementos de barrera pueden ser de cualquier forma adecuada. Como se ha expuesto previamente, los elementos de barrera se adaptan para reducir o eliminar el flujo de fluido entre las porciones de recepción. En particular, los
50 elementos de barrera pueden adaptarse para reducir o eliminar el flujo de ácido generado en la región de reacción más allá de los elementos de barrera. Por lo tanto, los elementos de barrera pueden reducir o eliminar la posibilidad de que el ácido generado en la región de reacción entre en contacto con los elementos de sellado. En algunas realizaciones de la invención, los elementos de sellado pueden ser susceptibles de dañarse o degradarse cuando se ponen en contacto con ácido. A su vez, la degradación o el daño en el elemento de sellado puede dar como resultado
55 una reducción de la eficacia del sello (y una pérdida de presión en la región de reacción) formado entre el elemento de sellado y, por ejemplo, un manguito (tal como un manguito dieléctrico) en el que se recibe el electrodo durante el uso.

Los elementos de barrera pueden ser de cualquier forma adecuada. Preferentemente, sin embargo, los elementos de
60 barrera pueden formarse en una sola pieza con el electrodo. En una realización preferente de la invención, los elementos de barrera pueden extenderse hacia fuera desde la superficie del cuerpo alargado hasta una altura suficiente para evitar el flujo de líquido por encima del mismo. Por lo tanto, incluso si el fluido, y en particular ácido líquido, es capaz de fluir más allá del elemento de reborde y entrar en una porción de recepción adyacente a los elementos de barrera, un elemento de barrera entre porciones de recepción adyacentes impedirá sustancialmente el
65 flujo de fluido desde una porción de recepción a otra. En otras realizaciones, los elementos de barrera pueden extenderse hacia fuera desde la superficie del cuerpo alargado hasta una altura a la que se ubican adyacentes a, o

en contacto a tope con, un manguito (tal como un manguito dieléctrico) en el que se recibe el electrodo durante el uso. De esta forma, los elementos de barrera pueden reducir o eliminar el flujo de líquidos y/o gases desde la región de reacción a porciones de recepción adyacentes. Preferentemente, los elementos de barrera se extienden, todos ellos, hacia fuera desde la superficie del cuerpo alargado hasta sustancialmente la misma altura. Preferentemente, los

5 elementos de barrera se extienden hacia fuera desde la superficie del cuerpo alargado hasta sustancialmente la misma altura que los elementos de reborde.

En otras realizaciones de la invención, los elementos de barrera pueden extenderse hacia fuera desde la superficie del cuerpo alargado hasta una altura menor que la de los elementos de reborde. En esta realización de la invención,

10 los elementos de barrera pueden formar en efecto una silla de montar. Esto puede ayudar a ubicar los elementos de sellado en las porciones de recepción.

En una realización preferente de la invención, la porción de recepción ubicada lo más lejos de la región de reacción tanto en la primera región de sellado como en la segunda región de sellado puede dotarse de un elemento de barrera a ambos lados de la misma. De forma similar, se prevé que la porción de recepción ubicada lo más cerca de la región de reacción tanto en la primera región de sellado como en la segunda región de sellado puede dotarse de un elemento de barrera en un lado y del elemento de reborde en el otro. De esta forma, cada porción de recepción se dota de un elemento de barrera y/o un elemento de reborde a cada lado de la misma.

15 En una realización preferente de la invención, la porción de recepción ubicada lo más lejos de la región de reacción tanto en la primera región de sellado como en la segunda región de sellado puede dotarse de un elemento de barrera en un lado y del elemento de reborde en el otro. De esta forma, cada porción de recepción se dota de un elemento de barrera y/o un elemento de reborde a cada lado de la misma.

El elemento de reborde situado entre la región de reacción y la primera región de sellado y/o el elemento de reborde situado entre la región de reacción y la segunda región de sellado puede ser de cualquier anchura adecuada. Por ejemplo, los elementos de reborde pueden ser de la misma anchura que los elementos de barrera. Más preferentemente, los elementos de reborde pueden ser de una anchura mayor que la de los elementos de barrera. Proporcionando un elemento de reborde relativamente ancho entre la región de reacción y la primera región de sellado y/o entre la región de reacción y la segunda región de sellado, puede reducirse y/o eliminarse adicionalmente el flujo de fluido entre la región de reacción y la primera región de sellado y/o la segunda región de sellado. Además, proporcionando un elemento de reborde relativamente ancho, puede reducirse la presión sobre el elemento de sellado ubicado adyacente al elemento de reborde.

20 El elemento de reborde situado entre la región de reacción y la primera región de sellado y/o el elemento de reborde situado entre la región de reacción y la segunda región de sellado puede ser de cualquier anchura adecuada. Por ejemplo, los elementos de reborde pueden ser de la misma anchura que los elementos de barrera. Más preferentemente, los elementos de reborde pueden ser de una anchura mayor que la de los elementos de barrera. Proporcionando un elemento de reborde relativamente ancho entre la región de reacción y la primera región de sellado y/o entre la región de reacción y la segunda región de sellado, puede reducirse y/o eliminarse adicionalmente el flujo de fluido entre la región de reacción y la primera región de sellado y/o la segunda región de sellado. Además, proporcionando un elemento de reborde relativamente ancho, puede reducirse la presión sobre el elemento de sellado ubicado adyacente al elemento de reborde.

Como se ha expuesto previamente, la porción de reborde puede extenderse hacia fuera desde la superficie del electrodo (y, más específicamente, desde la superficie del electrodo en la región de reacción). La porción de reborde puede extenderse hacia fuera desde la superficie del electrodo a cualquier ángulo adecuado con respecto a la superficie del electrodo. Por ejemplo, la porción de reborde puede extenderse hacia fuera desde la superficie del electrodo con un ángulo de aproximadamente 90° con respecto a la superficie del electrodo. Más preferentemente, la porción de reborde puede extenderse hacia fuera desde la superficie del electrodo con un ángulo de entre aproximadamente 45° y 85° con respecto a la superficie del electrodo. Todavía más preferentemente, la porción de reborde puede extenderse hacia fuera desde la superficie del electrodo con un ángulo de aproximadamente 55° y 85° con respecto a la superficie del electrodo. Aún más preferentemente, la porción de reborde puede extenderse hacia fuera desde la superficie del electrodo con un ángulo de entre aproximadamente 65° y 85° con respecto a la superficie del electrodo. Lo más preferentemente, la porción de reborde puede extenderse hacia fuera desde la superficie del electrodo con un ángulo de aproximadamente 75° con respecto a la superficie del electrodo.

30 Como se ha expuesto previamente, la porción de reborde puede extenderse hacia fuera desde la superficie del electrodo (y, más específicamente, desde la superficie del electrodo en la región de reacción). La porción de reborde puede extenderse hacia fuera desde la superficie del electrodo a cualquier ángulo adecuado con respecto a la superficie del electrodo. Por ejemplo, la porción de reborde puede extenderse hacia fuera desde la superficie del electrodo con un ángulo de aproximadamente 90° con respecto a la superficie del electrodo. Más preferentemente, la porción de reborde puede extenderse hacia fuera desde la superficie del electrodo con un ángulo de entre aproximadamente 45° y 85° con respecto a la superficie del electrodo. Todavía más preferentemente, la porción de reborde puede extenderse hacia fuera desde la superficie del electrodo con un ángulo de aproximadamente 55° y 85° con respecto a la superficie del electrodo. Aún más preferentemente, la porción de reborde puede extenderse hacia fuera desde la superficie del electrodo con un ángulo de entre aproximadamente 65° y 85° con respecto a la superficie del electrodo. Lo más preferentemente, la porción de reborde puede extenderse hacia fuera desde la superficie del electrodo con un ángulo de aproximadamente 75° con respecto a la superficie del electrodo.

La porción de reborde puede disponerse con el mismo ángulo con respecto a la superficie del electrodo alrededor de al menos una porción de la circunferencia del electrodo. En algunas realizaciones de la invención, la porción de reborde puede disponerse con el mismo ángulo con respecto a la superficie del electrodo alrededor de toda la circunferencia del electrodo.

45 La porción de reborde puede disponerse con el mismo ángulo con respecto a la superficie del electrodo alrededor de al menos una porción de la circunferencia del electrodo. En algunas realizaciones de la invención, la porción de reborde puede disponerse con el mismo ángulo con respecto a la superficie del electrodo alrededor de toda la circunferencia del electrodo.

Preferentemente, una porción de conexión de entrada puede proporcionarse entre la primera región de sellado y el extremo de entrada del cuerpo alargado. De forma similar, una porción de conexión de salida puede proporcionarse entre la segunda región de sellado y el extremo de salida del cuerpo alargado. Las porciones de conexión pueden ser de cualquier forma adecuada, aunque se prefiere que las porciones de conexión puedan adaptarse para permitir la conexión del electrodo a otro objeto, tal como una válvula, un conducto (manguera, tubo, tubería, etc.) o similares. Las porciones de conexión pueden incluir uno o más abrazaderas, hebillas, accesorios de ajuste a presión, ganchos o similares, o cualquier combinación adecuada de los mismos. Más preferentemente, las porciones de conexión pueden adaptarse para conectarse a una porción de conexión complementaria proporcionada en el objeto al que va a conectarse el electrodo. Por ejemplo, las porciones de conexión pueden comprender porciones con rosca de tornillo o similares. Las porciones con rosca de tornillo pueden proporcionarse sobre la superficie interior de las perforaciones. Más preferentemente, las porciones con rosca de tornillo pueden proporcionarse sobre una superficie exterior del electrodo. La porción de conexión de entrada y la porción de conexión de salida pueden ser de la misma longitud o pueden ser de longitudes diferentes. En una realización preferente de la invención, la porción de conexión de entrada es de una longitud más corta que la de la porción de conexión de salida.

50 Preferentemente, una porción de conexión de entrada puede proporcionarse entre la primera región de sellado y el extremo de entrada del cuerpo alargado. De forma similar, una porción de conexión de salida puede proporcionarse entre la segunda región de sellado y el extremo de salida del cuerpo alargado. Las porciones de conexión pueden ser de cualquier forma adecuada, aunque se prefiere que las porciones de conexión puedan adaptarse para permitir la conexión del electrodo a otro objeto, tal como una válvula, un conducto (manguera, tubo, tubería, etc.) o similares. Las porciones de conexión pueden incluir uno o más abrazaderas, hebillas, accesorios de ajuste a presión, ganchos o similares, o cualquier combinación adecuada de los mismos. Más preferentemente, las porciones de conexión pueden adaptarse para conectarse a una porción de conexión complementaria proporcionada en el objeto al que va a conectarse el electrodo. Por ejemplo, las porciones de conexión pueden comprender porciones con rosca de tornillo o similares. Las porciones con rosca de tornillo pueden proporcionarse sobre la superficie interior de las perforaciones. Más preferentemente, las porciones con rosca de tornillo pueden proporcionarse sobre una superficie exterior del electrodo. La porción de conexión de entrada y la porción de conexión de salida pueden ser de la misma longitud o pueden ser de longitudes diferentes. En una realización preferente de la invención, la porción de conexión de entrada es de una longitud más corta que la de la porción de conexión de salida.

En algunas realizaciones de la invención, un elemento de cubierta puede proporcionarse sobre uno o ambos extremos del electrodo. El elemento de cubierta puede ser de cualquier forma adecuada, aunque se prevé que el elemento de cubierta puede ubicarse adyacente a, o en contacto a tope con, un extremo de la o cada región de sellado. En una realización preferente de la invención, el elemento de cubierta puede incluir un elemento de brida que se extiende

65 En algunas realizaciones de la invención, un elemento de cubierta puede proporcionarse sobre uno o ambos extremos del electrodo. El elemento de cubierta puede ser de cualquier forma adecuada, aunque se prevé que el elemento de cubierta puede ubicarse adyacente a, o en contacto a tope con, un extremo de la o cada región de sellado. En una realización preferente de la invención, el elemento de cubierta puede incluir un elemento de brida que se extiende

sustancialmente en paralelo al cuerpo alargado. En esta realización se prevé que el elemento de brida puede adaptarse para superponerse a un manguito (tal como un manguito dieléctrico) en el que se recibe el electrodo durante el uso. El elemento de brida puede acoplarse por fricción con una superficie exterior del manguito o puede adherirse al mismo, usando un adhesivo tal como silicona, para potenciar el sello entre el electrodo y el manguito.

5 Se prevé que el elemento de cubierta puede conectarse a la porción de conexión usando cualquier técnica adecuada. Preferentemente, sin embargo, el elemento de cubierta puede incluir una porción con rosca de tornillo interna adaptada para un acoplamiento con rosca de tornillo con la porción de conexión con rosca de tornillo.

10 En un segundo aspecto, la presente invención radica en términos generales en un reactor de plasma que incluye un electrodo interior axial y un electrodo exterior cilíndrico que rodea al electrodo interior, en donde el electrodo interior es un electrodo del primer aspecto.

15 En un tercer aspecto, la invención radica en términos generales en un conjunto de reactor de plasma, comprendiendo el conjunto uno o más reactores de plasma en comunicación de fluidos con una fuente de fluido que va a hacerse reaccionar en los uno o más reactores de plasma, comprendiendo además el conjunto una porción de generación de corriente eléctrica adaptada para generar una corriente eléctrica para impulsar una reacción en los uno o más reactores de plasma, y en donde el conjunto comprende además una o más válvulas adaptadas para reducir o eliminar el flujo de fluido a o fuera del conjunto.

20 Los uno o más reactores de plasma comprenden los reactores de plasma del segundo aspecto.

25 La fuente de fluido puede ser de cualquier forma adecuada. Por ejemplo, la fuente de fluido puede ser un generador de fluido, un recipiente a presión (tal como una botella de gas o similar) o similares. Como alternativa, la fuente de fluido puede ser una línea principal, y el conjunto o, más específicamente, los uno o más reactores de plasma pueden dotarse de canalizaciones que conectan con la línea principal.

30 La porción de generación de corriente eléctrica puede ser de cualquier forma adecuada. Se entenderá que el tamaño y la configuración de la porción de generación de corriente eléctrica pueden depender del tamaño de la corriente eléctrica que se vaya a generar y del fin para la que se vaya a usar la corriente eléctrica. Por ejemplo, pueden requerirse corrientes eléctricas de tamaño diferente para impulsar diferentes reacciones dentro de los reactores de plasma. De forma similar, pueden requerirse corrientes eléctricas de tamaño diferente cuando están presentes múltiples reactores de plasma en comparación con cuando está presente un único reactor de plasma.

35 La porción de generación de corriente eléctrica puede incluir una fuente de alimentación eléctrica (tal como una batería, una celda fotovoltaica o similares), o puede asociarse eléctricamente con una fuente de alimentación eléctrica externa (tal como un generador, alimentación de red eléctrica o similares). En general, sin embargo, la porción de generación de corriente eléctrica es convencional, y no se requiere ningún análisis específico de esta.

40 Preferentemente, la porción de generación de corriente eléctrica puede conectarse eléctricamente a un electrodo exterior de los uno o más reactores de plasma.

45 En realizaciones de la presente invención en las que hay presente una pluralidad de reactores de plasma, se prevé que los reactores de plasma pueden situarse en serie entre sí.

50 En una realización alternativa de la invención, una pluralidad de reactores de plasma pueden situarse en paralelo entre sí. Se prevé que esta disposición puede ser deseable en situaciones en las que se encuentra un caudal de fluido alto, con lo que el flujo de fluido puede dividirse entre la pluralidad de reactores de plasma en paralelo entre sí. El flujo de fluido puede dividirse usando cualquier técnica adecuada. Por ejemplo, un colector, una o más válvulas o similares, o cualquier combinación adecuada de los mismos, puede proporcionarse para dividir el flujo de fluido entre la pluralidad de reactores de plasma.

55 En realizaciones de la presente invención en las que hay presente una pluralidad de reactores de plasma en el conjunto de reactor de plasma, se prevé que se puede usar una pluralidad de fuentes de alimentación eléctrica. Las fuentes de alimentación eléctrica pueden ser iguales entre sí o pueden ser diferentes entre sí.

60 En esta realización de la invención, uno o más reactores de plasma pueden asociarse con cada fuente de alimentación eléctrica. Por ejemplo, pueden proporcionarse dos o más fuentes de alimentación eléctrica, en donde al menos una de las fuentes de alimentación eléctrica se asocia eléctricamente con dos o más reactores de plasma. En una realización particular, cada reactor de plasma puede asociarse con su propia fuente de alimentación eléctrica individual.

65 Se prevé que el conjunto del reactor de plasma puede incluir una entrada y una salida. La entrada puede ser la entrada de un reactor de plasma. Preferentemente, la entrada del conjunto está en comunicación de fluidos con la fuente de fluido que va a hacerse reaccionar. La salida puede ser de cualquier forma adecuada, aunque en algunas realizaciones de la invención, la salida puede comprender una salida de un reactor de plasma. Más preferentemente, la salida del

reactor de plasma puede conectarse a un conducto (tal como una tubería, una manguera o similares). En esta realización de la invención, la salida del conducto puede comprender la salida del conjunto.

En realizaciones de la invención en las que un conducto se extiende entre el reactor de plasma y la salida del conjunto, se prevé que las una o más válvulas pueden asociarse con el conducto. Preferentemente, la válvula incluye un elemento de válvula adaptado para moverse entre un estado cerrado (en la que se impide sustancialmente el flujo de fluido a través de la válvula) y un estado abierto (en la que no hay ningún impedimento para el flujo de fluido a través de la válvula). La válvula puede ser de cualquier forma adecuada, aunque en una realización preferida de la invención, la válvula puede comprender una válvula de solenoide.

En realizaciones de la invención en las que la válvula comprende una válvula de solenoide, la válvula puede asociarse eléctricamente con la misma fuente de alimentación eléctrica que la porción de generación de corriente eléctrica.

Se prevé que, cuando hay fluido fluyendo a través del conjunto (es decir, cuando los reactores de plasma están en funcionamiento), la válvula puede estar en el estado abierto. Sin embargo, cuando no hay ningún fluido fluyendo a través del conjunto (es decir, cuando los reactores de plasma no están en funcionamiento), la válvula puede estar en el estado cerrado. El accionamiento de la válvula puede lograrse usando cualquier forma adecuada. Por ejemplo, la válvula puede accionarse manualmente. Más preferentemente, la válvula puede accionarse automáticamente. Lo más preferentemente, la válvula puede accionarse automáticamente en respuesta al flujo de fluido a través del conjunto. Por ejemplo, cuando comienza a fluir fluido a través del conjunto, la válvula puede accionarse y moverse al estado abierto. Cuando cesa el flujo de fluido a través del conjunto, la válvula puede accionarse y moverse al estado cerrado.

Se prevé que, en el estado cerrado, el conjunto puede estar sustancialmente aislado y/o sellado. De este modo, puede reducirse o eliminarse el flujo de fluido a través de la salida del conjunto al interior de los reactores de plasma. Se entenderá que el reflujo de fluido al interior del conjunto de esta forma puede dañar los reactores de plasma y/o el conjunto a nivel global.

De forma similar, pueden reducirse o eliminarse las fugas del conjunto a través de la salida. Esto puede reducir o eliminar la descarga accidental o no deseada de producto de reacción (tal como ozono) a través de la salida del conjunto.

En algunas realizaciones de la invención, el conjunto puede comprender además una porción de montaje en la que pueden montarse las partes del conjunto. La porción de montaje puede ser de cualquier forma adecuada, aunque en algunas realizaciones de la invención, la porción de montaje puede comprender un soporte.

El manguito en el que se recibe el electrodo puede ser de cualquier forma adecuada. Preferentemente, sin embargo, el manguito puede comprender un manguito dieléctrico. El manguito puede fabricarse a partir de cualquier material adecuado, aunque en una realización preferida de la invención el manguito puede comprender un tubo de vidrio en el que se recibe el electrodo.

Preferentemente, un electrodo exterior puede asociarse con el manguito. El electrodo exterior puede ser de cualquier forma adecuada. Sin embargo, se prefiere que el electrodo exterior pueda fabricarse al menos parcialmente a partir de un material eléctricamente conductor (tal como, pero sin limitación, metal, aleaciones de metal o similares). En algunas realizaciones, puede proporcionarse un manguito conductor (tal como un manguito de metal). Se prevé que el manguito conductor puede rodear al menos parcialmente al menos una porción del manguito dieléctrico.

En otras realizaciones de la invención, una capa de material eléctricamente conductor puede proporcionarse sobre la superficie exterior del manguito dieléctrico. La capa de material eléctricamente conductor puede rodear al menos parcialmente al menos una porción del manguito dieléctrico. El material eléctricamente conductor puede ser de cualquier tipo adecuado, aunque en una realización preferida de la invención, el material eléctricamente conductor puede ser un metal, aleaciones de metal o similares. En esta realización de la invención, la capa de material eléctricamente conductor puede formar al menos una porción del electrodo exterior.

La capa de material eléctricamente conductor puede aplicarse a la superficie exterior del manguito dieléctrico usando cualquier técnica adecuada. Por ejemplo, la capa puede pintarse sobre el manguito dieléctrico o aplicarse mediante cualquier técnica adecuada, tal como, pero sin limitación, procesos químicos o físicos de deposición en fase de vapor (incluyendo la pulverización catódica con magnetron), técnicas químicas y electroquímicas (incluyendo electrochapado), pulverización, procesos de recubrimiento de rollo a rollo y/o procesos de recubrimiento físico.

En esta realización de la invención, la conexión eléctrica con el electrodo exterior (es decir, la capa de material eléctricamente conductor) puede potenciarse proporcionando un elemento de conexión eléctrica. Puede proporcionarse cualquier elemento de conexión eléctrica adecuado, aunque en algunas realizaciones de la invención, el elemento de conexión eléctrica puede proporcionarse para rodear al menos parcialmente la región del manguito dieléctrico a la que se ha aplicado la capa de material eléctricamente conductor. El elemento de conexión eléctrica se fabrica preferentemente a partir de un material eléctricamente conductor, tal como metal o aleación de metal.

En algunas realizaciones de la invención, el elemento de conexión eléctrica puede comprender una o más bobinas de material eléctricamente conductor, tal como un hilo de metal enrollado o un resorte de metal. En esta realización, se prevé que las una o más bobinas de material eléctricamente conductor pueden rodear el manguito dieléctrico a lo largo de al menos una porción de la longitud del manguito dieléctrico.

Se prevé que las una o más bobinas de material eléctricamente conductor pueden formar la superficie exterior del reactor de plasma. Como alternativa, una capa, y en particular una capa aislante, puede proporcionarse por encima de las una o más bobinas de material eléctricamente conductor. La capa aislante puede ser de cualquier forma adecuada, aunque en una realización preferida de la invención la capa aislante puede fabricarse a partir de un material polimérico. En una realización preferente de la invención, la capa aislante puede comprender un elemento termorretráctil.

Cualquiera de las características descritas en el presente documento puede combinarse en cualquier combinación con cualesquiera una o más de las otras características descritas en el presente documento dentro del alcance de la invención.

La referencia a cualquier técnica anterior en esta memoria descriptiva no es y no debería tomarse como un reconocimiento o como ninguna forma de sugerencia de que la técnica anterior forme parte del conocimiento general común.

Breve descripción de los dibujos

Las características, realizaciones y variaciones preferidas de la invención pueden discernirse a partir de la siguiente descripción detallada que proporciona información suficiente para que los expertos en la materia realicen la invención. La descripción detallada no ha de considerarse en modo alguno como limitante del alcance del sumario de la invención anterior. La descripción detallada hará referencia a un número de dibujos como sigue:

La figura 1 ilustra una vista lateral de un electrodo para un reactor de plasma de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 2 ilustra una vista lateral de un electrodo para un reactor de plasma de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 3 ilustra una vista lateral de un electrodo para un reactor de plasma de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 4 ilustra una vista en sección transversal de un electrodo para un reactor de plasma de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 5 ilustra una vista en sección transversal de un reactor de plasma de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 6 ilustra una vista isométrica de un conjunto de reacción que incluye un reactor de plasma de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 7 ilustra una vista en sección transversal detallada de un electrodo para un reactor de plasma de acuerdo con una realización de la presente invención.

La figura 8 ilustra una vista en sección transversal de un electrodo para un reactor de plasma de acuerdo con una realización de la presente invención.

Descripción de realizaciones

La figura 1 ilustra una vista lateral de un electrodo 10 para un reactor de plasma de acuerdo con una realización de la presente invención. El electrodo 10 comprende un cuerpo alargado 11 que tiene un extremo de entrada 12 y un extremo de salida 13 opuesto. Tanto el extremo de entrada 12 como el extremo de salida 13 del cuerpo alargado 11 se dotan de porciones de conexión con rosca de tornillo externas 14, 15 adaptadas para permitir una conexión con rosca de tornillo del electrodo 10 a un conducto (no mostrado), tal como una tubería, una manguera o similares. En particular, las porciones de conexión con rosca de tornillo externa 14, 15 se adaptan para una conexión con rosca de tornillo a una porción con rosca de tornillo interna de un conducto, o un conector, etc.

El electrodo 10 comprende una región de reacción 16. En la realización de la invención mostrada en la figura 1, la superficie exterior del electrodo 10 en la región de reacción 16 se moletea para crear unas regiones de altura elevada 17 en la superficie de la región de reacción 16.

Una primera región de sellado 18 se proporciona entre la región de reacción 16 y el extremo de entrada 12 del electrodo

10, mientras que una segunda región de sellado 19 se proporciona entre la región de reacción 16 y el extremo de salida 13 del electrodo 10. Cada una de la primera región de sellado 18 y la segunda región de sellado 19 se dota de tres porciones de recepción 20 en su interior adaptadas para recibir un elemento de sellado (no mostrado), habitualmente en forma de una junta tórica. Cada porción de recepción 20 está en forma de un canal anular que se
5 extiende alrededor de la circunferencia del electrodo 10. Cada porción de recepción 20 está separada de las regiones de sellado 20 adyacentes por un elemento de barrera 21. Los elementos de barrera 21 se extienden radialmente hacia fuera desde el electrodo 10 y se adaptan para evitar el flujo de fluido desde la región de reacción 16 entre porciones de recepción 20 adyacentes.

En la figura 1, extremos opuestos de la región de reacción 16 son definidos por un elemento de reborde 22. Un elemento de reborde 22 se sitúa entre la región de reacción 16 y cada una de la primera región de sellado 18 y la segunda región de sellado 19. El fin de los elementos de reborde 22 es reducir o eliminar el flujo de fluido desde la región de reacción 16 al interior de las regiones de sellado 18, 19. Este es particularmente el caso cuando es generado ácido por la reacción en la región de reacción 16. Si se permitiera que el ácido fluyera al interior de las regiones de sellado 18, 19, este entraría en contacto con los elementos de sellado (no mostrados) y degradaría potencialmente los elementos de sellado (no mostrados). La degradación de los elementos de sellado (no mostrados) conducirá a su vez a una reducción de la eficacia del sello entre los elementos de sellado (ahora mostrados) y el manguito dieléctrico (no mostrado) que se superpone al electrodo 10 durante el uso. El resultado es una reducción de la eficiencia operativa del reactor de plasma del que forma parte el electrodo 10.

En la figura 1, un elemento de reborde 23 se ubica en el extremo de la primera región de sellado 18 lo más cerca del extremo de entrada 12 del electrodo. De forma similar, un elemento de reborde 24 se ubica en el extremo de la segunda región de sellado 19 lo más cerca del extremo de salida 13 del electrodo 10. Aunque los elementos de sellado (no mostrados) forman el sello entre el electrodo y el manguito dieléctrico (no mostrado), se prevé que los elementos de reborde 22, 23, 24 y los elementos de barrera 21 pueden extenderse hacia fuera desde la superficie del electrodo 10 para estar en contacto a tope con, o en una proximidad estrecha con, la superficie interior del manguito dieléctrico (no mostrado). Por lo tanto, los elementos de reborde 22, 23, 24 y los elementos de barrera 21 también pueden formar un sello contra la superficie interior del manguito dieléctrico (no mostrado) o pueden ubicarse en una proximidad tan estrecha al mismo que se reduce o incluso se impide el flujo de líquido más allá de los elementos de reborde 22, 23, 24 y los elementos de barrera 21.

La región de reacción 16 se dota de una pluralidad de aberturas de entrada 25 y una pluralidad de aberturas de salida 26. En la realización de la invención ilustrada en la figura 1, las aberturas de entrada 25 permiten que el fluido que fluye a lo largo de una perforación de entrada (oculta) que se extiende al interior del electrodo 10 desde el extremo de entrada 12 del mismo entre en la región de reacción 16. A la inversa, las aberturas de salida 26 permiten que el fluido entre en una perforación de salida (oculta) que se extiende al interior del electrodo 10 desde el extremo de salida 13 de la misma. Por lo tanto, se retira fluido de la región de reacción 16 a través de las aberturas de salida 26. El fluido que sale de la región de reacción 16 a través de las aberturas de salida 26 pueden ser de productos de reacción gaseosos o líquidos generados en la región de reacción 16, puede ser una porción que no se ha hecho reaccionar del fluido que entró en la región de reacción 16 a través de las aberturas de entrada 25, o puede ser una combinación de los mismos.

Aunque se prevé que el producto de reacción deseado generado por la reacción en la región de reacción 16 saldrá a través de las aberturas de salida 26, también se prevé que en aplicaciones en las que se generen productos de reacción tales como ácido y similares en la región de reacción, las aberturas de entrada 25 y/o las aberturas de salida 26 pueden actuar eficazmente como drenajes a través de los cuales pueden retirarse productos de reacción para asegurar que los productos de reacción no sean susceptibles de entrar en contacto con los elementos de sellado (no mostrados).

Para ayudar a asegurar que se logra un drenaje adecuado de los productos de reacción, tanto las aberturas de entrada 25 como las aberturas de salida 26 pasan a través de una porción de los elementos de reborde 22 respectivos. De esta forma, no hay presente ninguna separación en la que sea el fluido sea susceptible de acumularse (y potencialmente de desbordar los elementos de reborde 22 al interior de las regiones de sellado 18, 19) entre las aberturas 25, 26 y los elementos de reborde 22 respectivos.

En las realizaciones de la invención ilustradas en la figura 1, al menos una porción de cada una de las aberturas de entrada 25 y de las aberturas de salida 26 se ubican dentro de canales 27 que se extienden alrededor de la circunferencia del electrodo 10. El diámetro del electrodo 10 en la región de los canales 27 es menor que el diámetro del electrodo 10 en el resto de la región de reacción 16. Por lo tanto, el fluido generado en la región de reacción 16 se dirige para fluir al interior de los canales 27 y se retira posteriormente de la región de reacción 16 a través de las aberturas de entrada 25 y/o las aberturas de salida 26.

La figura 2 ilustra una vista lateral de un electrodo 10 para un reactor de plasma de acuerdo con una realización de la presente invención. El electrodo 10 ilustrado en la figura 2 es esencialmente idéntico al ilustrado en la figura 1, con la excepción de que la superficie del electrodo 10 en la región de reacción 16 es lisa.

La figura 3 ilustra una vista lateral de un electrodo 10 para un reactor de plasma de acuerdo con una realización de la presente invención. El electrodo 10 ilustrado en la figura 3 es esencialmente idéntico al ilustrado en la figura 2, con la excepción de que el elemento de reborde 22 situado entre la región de reacción 16 y la primera región de sellado 18 y el elemento de reborde 22 situado entre la región de reacción 16 y la segunda región de sellado 19 son relativamente

5 anchos (más anchos que los elementos de barrera 21, por ejemplo). De esta forma, se reduce o se elimina la probabilidad de que fluya fluido desde la región de reacción 16 más allá de los elementos de reborde 22 y al interior de la primera región de sellado 18 o la segunda región de sellado 19. Esta disposición también reduce la presión sobre el elemento de sellado (no mostrado) en la porción de recepción 20 adyacente a cada elemento de reborde 22.

10 En la realización de la invención mostrada en la figura 3, los elementos de reborde 23, 24 entre las regiones de sellado 18, 19 y los extremos 12, 13 del electrodo 10 se muestran con una forma ahusada. Se prevé que esta forma puede hacer que ubicar elementos de sellado (no mostrados) dentro de los canales 20 sea más sencillo.

15 Sin embargo, en otras realizaciones de la invención, los elementos de reborde 23, 24 pueden ser sustancialmente cuadrados para ayudar a montar el electrodo 10 en un mamparo (no mostrado).

Se prevé que, cuando se ensambla un reactor de plasma usando el electrodo 10 de la figura 3, puede proporcionarse una cantidad de sellador en el o en cada elemento de reborde 22. Puede usarse cualquier sellador adecuado, tal como, aunque sin limitación, silicona. Cuando el electrodo se inserta en un manguito dieléctrico (no mostrado), el

20 sellador en la(s) porción(es) de reborde 22 puede empujarse o extenderse a través del elemento de reborde 22 para ayudar a formar un sello entre el elemento de reborde 22 y el manguito dieléctrico (no mostrado). En algunas realizaciones, el sellador puede empujarse o extenderse al interior de la porción de recepción 20 adyacente al o a cada elemento de reborde 22 para formar una barrera física que reduzca o impida que fluido (tal como ácido) a partir de la región de reacción 16 alcance un elemento de sellado (no mostrado) situado en la porción de recepción 20. Esto

25 no solo asegura que se forma un sello más eficaz entre el electrodo 10 y el manguito dieléctrico (no mostrado), sino que también ayuda a prolongar la vida operativa del electrodo 10 y del reactor de plasma al prolongar la vida del elemento de sellado (no mostrado) restringiendo la degradación del elemento de sellado (no mostrado) por ácido generado en la región de reacción 16.

30 En la figura 4 se ilustra una vista en sección transversal de un electrodo 10 para un reactor de plasma de acuerdo con una realización de la presente invención. El electrodo 10 puede ser el electrodo o bien de la figura 1 o bien de la figura 2. El electrodo 10 comprende un cuerpo alargado 11 que tiene un extremo de entrada 12 y un extremo de salida 13 opuesto. Tanto el extremo de entrada 12 como el extremo de salida 13 del cuerpo alargado 11 se dotan de porciones de conexión con rosca de tornillo externas 14, 15 adaptadas para permitir una conexión con rosca de tornillo del

35 electrodo 10 a un conducto (no mostrado), tal como una tubería, una manguera o similares.

En esta figura, puede verse claramente que el electrodo 10 comprende una perforación de entrada 28 que se extiende al interior del cuerpo 11 desde el extremo de entrada 12 y una perforación de salida 29 que se extiende al interior del cuerpo 11 desde el extremo de salida 13. Durante su uso, el fluido entra desde el extremo de entrada 12 del electrodo,

40 se desplaza a lo largo de la perforación de entrada 28 y entra en la región de reacción 16 a través de una pluralidad de aberturas de entrada 25. El fluido que sale de la región de reacción 16 pasa a través de una pluralidad de aberturas de salida 26 al interior de la perforación de salida 29 antes de salir del electrodo 10 a través del extremo de salida 13.

En la figura 4 se ilustra claramente que la perforación de entrada 28 y la perforación de salida 29 no se encuentran. Sin embargo, cada una de la perforación de entrada 28 y la perforación de salida 29 se extiende al interior del cuerpo más allá de la abertura de entrada 25 y la abertura de salida 26, respectivamente. Por lo tanto, cada una de la perforación de entrada 28 y la perforación de salida 29 incluye unas porciones de depósito 30 en las que puede recogerse fluido generado en la región de reacción 16, tal como ácido.

50 En la figura 5 se ilustra una vista en sección transversal de un reactor de plasma 31 de acuerdo con una realización de la presente invención. El reactor de plasma 31 incluye un electrodo interior 10 similar o idéntico a los ilustrados en las figuras 1 a 4 y 7 a 8. El electrodo interior 10 se inserta en un manguito dieléctrico 32, y se forma un sello entre el electrodo interior 10 y el manguito dieléctrico 32 a través de unas juntas tóricas 33 situadas en las porciones de recepción 20 de la primera región de sellado 18 y la segunda región de sellado 19.

55 El sello formado entre las juntas tóricas 33 y el manguito dieléctrico 32 impide sustancialmente que escape fluido de la región de reacción 16 (formada entre la superficie exterior del electrodo interior 10 y la superficie interior del manguito dieléctrico 32) entre las juntas tóricas 33 y el manguito dieléctrico 32. El sello también mantiene la presión dentro de la región de reacción 16. Además, el uso de múltiples juntas tóricas 33 sirve para mejorar la capacidad de ubicar el electrodo interior 10 de forma sustancialmente central dentro de la camisa dieléctrica 32. Habitualmente, Las juntas tóricas 33 no tienen un diámetro de sección transversal o una deformabilidad completamente coherente debido a intolerancias inevitables durante la fabricación. Por lo tanto, el uso de una única junta tórica 33, o incluso de un par de juntas tóricas 33, puede dar como resultado que el electrodo interior 10 y el manguito dieléctrico 32 no se sitúen coaxialmente uno dentro de otro.

60

65 En situaciones en las que el electrodo interior 10 está descentrado dentro del manguito dieléctrico 32 (es decir, no se

sitúa sustancialmente coaxial dentro del manguito dieléctrico 32), una porción del electrodo interior 10 se situará más cerca del manguito dieléctrico 32 que otras partes del electrodo 10. Esto no solo reduce la eficacia del reactor 31, sino que también es probable que reduzca el ciclo de vida útil del reactor 31 debido a la formación de puntos calientes que degradarán el electrodo interior 10 y/o el manguito dieléctrico 32. Los solicitantes de la presente invención han hallado que el uso de 3 o más juntas tóricas 33 supera el efecto de las intolerancias de fabricación de tal modo que el electrodo interior 10 puede ubicarse de forma sustancialmente central dentro del manguito dieléctrico 32.

En la realización de la invención mostrada en la figura 5, el manguito dieléctrico 32 se fabrica a partir de vidrio.

El sello se potencia a través del uso de unos elementos de cubierta 34 proporcionados en cada extremo del reactor 31. Los elementos de cubierta 34 se adaptan para un acoplamiento con rosca de tornillo con las porciones con rosca de tornillo 14, 15 ubicadas en el extremo de entrada 12 y en el extremo de salida 13, respectivamente, del electrodo interior 10. Los elementos de cubierta 34 se adaptan para superponerse a una porción del manguito dieléctrico 32 de tal modo que se impide sustancialmente que escape fluido entre los mismos.

Como puede verse en la figura 5, una junta tórica 33 se sitúa en cada una de las porciones de recepción 20 de la primera región de sellado 18 y la segunda región de sellado 19. Esto atiende a un número de fines. En primer lugar, la presencia (en este ejemplo) de tres juntas tóricas 33 en cada extremo de la región de reacción 16 proporciona un sello potenciado contra el manguito dieléctrico 32. Debido a que las juntas tóricas 33 no son perfectamente circulares, el uso de al menos 3 juntas tóricas 33 asegura que se forma un sellado adecuado entre las juntas tóricas 33 y el manguito dieléctrico 32. Además, aunque debería impedirse sustancialmente que un fluido tal como el ácido fluyera fuera de la región de reacción 16 más allá de las porciones de reborde 22 y al interior de las regiones de sellado 18, 19, ubicar cada junta tórica 33 en una porción de recepción 20 separada significa que cualquier ácido que alcance en la práctica las regiones de sellado 18, 19 solo alcanzará la junta tórica 33 más cercana a las porciones de reborde 22. Por lo tanto, puede minimizarse cualquier efecto adverso sobre el sello formado entre las juntas tóricas 33 y el manguito dieléctrico 32.

El electrodo interior 10 y el manguito dieléctrico 32 se insertan en un electrodo exterior 35 para completar el ensamblaje del reactor de plasma 31

En la figura 6 se ilustra una vista isométrica de un conjunto de reactor de plasma 36 de acuerdo con una realización de la invención. El conjunto del reactor de plasma 36 incluye un reactor de plasma 31 del tipo ilustrado en la figura 5.

El extremo de entrada 12 del reactor de plasma 31 forma la entrada del conjunto 36 y está en comunicación de fluidos con una fuente del fluido que va a hacerse reaccionar (no mostrada). Una porción de generación de corriente eléctrica 37 se conecta eléctricamente al reactor de plasma 31 (y, más específicamente, al electrodo exterior 35 del reactor de plasma 31) a través del hilo 38. La corriente eléctrica generada por la porción de generación de corriente eléctrica 37 se usa para impulsar la reacción (es decir, una reacción de plasma, una reacción de descarga por efecto corona o similares) dentro del generador de plasma 31.

El generador de plasma 31 y la salida 39 del conjunto están en comunicación de fluidos entre sí a través del conducto 40. Una válvula de solenoide 41 se ubica en el conducto 40 entre el reactor de plasma 31 y la salida 39. Cuando está fluyendo fluido a través del conjunto 36, la válvula de solenoide 41 está en el estado abierto, de tal modo que fluido que va a hacerse reaccionar puede entrar en el conjunto 36 a través de la entrada 12 y los productos de reacción pueden salir del conjunto 36 a través de la salida 39. Sin embargo, cuando el reactor de plasma 31 no está en funcionamiento y/o cuando no está fluyendo fluido al interior del conjunto 36 a través de la entrada 12, la válvula de solenoide 41 puede accionarse para pasar al estado cerrado en el que se impide sustancialmente que el fluido fluya entre el reactor de plasma 31 y la salida 39 más allá de la válvula de solenoide 41.

Cuando la válvula de solenoide 1 está en el estado cerrado, se impide sustancialmente que el fluido (tal como agua) aguas abajo de la salida 39 refluya al conjunto 36 a través de la salida 39. De esta forma, el reactor de plasma 31 puede protegerse frente al reflujo de fluido, lo que podría conducir a daños en, o al menos al funcionamiento deficiente de, el reactor de plasma 31.

El conjunto 36 comprende además un soporte de montaje 42 en el que se montan las partes del conjunto 36.

En la figura 7 se ilustra una vista en sección transversal detallada de un electrodo 10 para un reactor de plasma de acuerdo con una realización de la presente invención. En esta realización, el ángulo θ entre la superficie del electrodo 10 en la región de reacción 16 y la porción de reborde 22 puede verse más claramente. En esta realización, la porción de reborde 22 se extiende hacia fuera desde la superficie del electrodo 10 en la región de reacción 16 con un ángulo comprendido θ de aproximadamente 75° con respecto a la superficie del electrodo 10 en la región de reacción 16.

En la Figura 8 se ilustra una vista en sección transversal de un electrodo 10 de acuerdo con una realización de la presente invención. El electrodo 10 comprende un cuerpo alargado 11 que tiene un extremo de entrada 12 y un extremo de salida 13 opuesto. Tanto el extremo de entrada 12 como el extremo de salida 13 del cuerpo alargado 11 se dotan de porciones de conexión con rosca de tornillo externas 14, 15 adaptadas para permitir una conexión con

rosca de tornillo del electrodo 10 a un conducto (no mostrado), tal como una tubería, una manguera o similares.

En esta figura, puede verse claramente que el electrodo 10 comprende una perforación de entrada 28 que se extiende al interior del cuerpo 11 desde el extremo de entrada 12 y una perforación de salida 29 que se extiende al interior del cuerpo 11 desde el extremo de salida 13. Durante su uso, el fluido entra desde el extremo de entrada 12 del electrodo, se desplaza a lo largo de la perforación de entrada 28 y entra en la región de reacción 16 a través de una pluralidad de aberturas de entrada 25. El fluido que sale de la región de reacción 16 pasa a través de una pluralidad de aberturas de salida 26 al interior de la perforación de salida 29 antes de salir del electrodo 10 a través del extremo de salida 13.

En la figura 4 se ilustra claramente que la perforación de entrada 28 y la perforación de salida 29 no se encuentran. Sin embargo, la perforación de entrada 28 es relativamente corta, extendiéndose al interior del electrodo hasta un punto apenas justo más allá de las aberturas de entrada 25 (de las cuales hay cuatro en esta realización). Proporcionando una perforación de entrada 28 relativamente corta, se reduce o se elimina la capacidad del fluido estancado de acumularse en la perforación de entrada 28. Además, se impide sustancialmente que el fluido que entra en el electrodo 10 a través del extremo de entrada 12 se caliente antes de entrar en la región de reacción 16 a través de las aberturas de entrada 25.

En contraposición, la perforación de salida 29 es relativamente larga, y se extiende al interior del electrodo 10 una distancia considerable más allá de las aberturas de salida 26 (de las cuales hay cuatro en esta realización). Proporcionar una perforación de salida 29 relativamente larga no solo reduce la masa del electrodo 10, sino que también ayuda a extraer calor de la región de reacción 16 en fluido que se ha hecho reaccionar.

Se hará notar que, en la figura 8, una abertura de salida intermedia 26' se ubica dentro de la región de reacción 16. La abertura de salida intermedia 26' se ubica aproximadamente a dos tercios de la longitud de la región de reacción 16 desde las aberturas de entrada 25 y aproximadamente a un tercio de la longitud de la región de reacción 16 desde las aberturas de salida 26. La abertura de salida intermedia 26' se ubica en la región de reacción 16 para proporcionar una salida para fluido que se ha hecho reaccionar y/o calentado de la región de reacción 16. Proporcionando una abertura de salida intermedia 26' para fluido que se ha hecho reaccionar y/o calentado de la región de reacción 16 entre las aberturas de entrada 25 y las aberturas de salida 26, pueden reducirse o eliminarse las reacciones secundarias del fluido que ya se ha hecho reaccionar, mejorando de ese modo la eficiencia del electrodo 10 en términos de aumentar la cantidad de producto de reacción deseado producido.

En la figura 8, los elementos de reborde 22 entre las regiones de sellado 18, 19 y la región de reacción 16 son relativamente anchos para reducir o eliminar el flujo de fluido desde la región de reacción 16 al interior de las regiones de sellado 18, 19 más allá de los elementos de reborde 22. Además, todos los elementos de reborde 22, 23, 24 son sustancialmente cuadrados. En el caso de los elementos de reborde 23, 24, esto puede ayudar a montar el electrodo 10 en un mamparo (no mostrado).

Los elementos de barrera 21 de la figura 8 difieren de los elementos de barrera mostrados en otras figuras en que los mismos se extienden hacia fuera desde la superficie del electrodo 10 hasta una altura menor que la de los elementos de reborde 22, 23, 24. Por lo tanto, en esta realización de la invención, los elementos de barrera 21 forman una silla de montar. Esto puede ayudar a ubicar los elementos de sellado (no mostrados) en las porciones de recepción 20.

REIVINDICACIONES

1. Un electrodo (10) para un reactor de plasma (31), comprendiendo el electrodo un cuerpo alargado (11) que tiene un extremo de entrada (12) y un extremo de salida (13) opuesto, una región de reacción (16) que se extiende a lo largo de una porción del cuerpo alargado (11), una primera región de sellado (18) ubicada entre la región de reacción (16) y el extremo de entrada (12) del cuerpo alargado (11) y una segunda región de sellado (19) ubicada entre la región de reacción (16) y el extremo de salida (13) del cuerpo alargado (11), en donde cada una de la primera región de sellado (18) y la segunda región de sellado (19) comprende una pluralidad de porciones de recepción (20) adaptadas para recibir un elemento de sellado en las mismas,
caracterizado por que
un elemento de barrera (21) adaptado para reducir o eliminar el flujo de fluido entre las porciones de recepción (20) se proporciona entre cada una de la pluralidad de porciones de recepción (20).
2. Un electrodo (10) de acuerdo con la reivindicación 1 en donde la región de reacción (16) comprende una porción de una superficie exterior del cuerpo alargado (11), y preferentemente en donde la superficie exterior del cuerpo alargado (11) en la región de reacción (16) se adapta para potenciar la reacción que va a tener lugar en la región de reacción (16).
3. Un electrodo (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en donde extremos opuestos de la región de reacción (16) son definidos por un elemento de reborde (22) adaptado para reducir o eliminar el flujo de fluido más allá del elemento de reborde (22), y preferentemente en donde los elementos de reborde (22) se extienden hacia fuera desde el cuerpo alargado (11) de una forma sustancialmente anular.
4. Un electrodo (10) de acuerdo con la reivindicación 3 en donde los elementos de reborde (22) se extienden hacia fuera desde el cuerpo alargado (11) con un ángulo de entre aproximadamente 55° y 85° con respecto a la superficie del electrodo (10).
5. Un electrodo (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en donde una abertura de entrada (25) se proporciona en la superficie exterior del cuerpo de electrodo (11) en un extremo de entrada de la región de reacción (16) y una abertura de salida (26) se proporciona en la superficie exterior del cuerpo alargado (11) en un extremo de salida de la región de reacción (16).
6. Un electrodo (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en donde el electrodo (10) comprende una primera perforación (28) que se extiende al interior del cuerpo (11) desde el extremo de entrada (12) del mismo y una segunda perforación (29) que se extiende al interior del cuerpo (11) desde el extremo de salida (13) del mismo.
7. Un electrodo (10) de acuerdo con la reivindicación 6 cuando depende de la reivindicación 5 en donde la abertura de entrada (25) está en comunicación de fluidos con la primera perforación (28) y la abertura de salida (26) está en comunicación de fluidos con la segunda perforación (29), y preferentemente en donde el fluido entra en la región de reacción (16) a través de la abertura de entrada (25) y sale de la región de reacción (16) a través de la abertura de salida (26).
8. Un electrodo (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 5 a 7 cuando dependen de la reivindicación 3 en donde la abertura de entrada (25) y la abertura de salida (26) pasan a través de al menos una porción del elemento de reborde (22) ubicado en el extremo respectivo de la región de reacción (16), y preferentemente en donde el electrodo comprende una pluralidad de aberturas de entrada (25) y una pluralidad de aberturas de salida (26).
9. Un electrodo (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en donde una o más aberturas de salida intermedias (26') se proporcionan en la región de reacción (16) separadas tanto de la primera región de sellado (18) como de la segunda región de sellado (19), y preferentemente en donde la región de reacción (16) se dota de un canal anular adyacente a la primera región de sellado (18) y/o a la segunda región de sellado (19).
10. Un electrodo (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en donde los elementos de sellado se fabrican a partir de un material deformable de forma elástica.
11. Un electrodo (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en donde cada porción de recepción (20) se adapta para recibir un único elemento de sellado en la misma, y preferentemente en donde cada una de la primera región de sellado (18) y la segunda región de sellado (19) comprende al menos tres porciones de recepción (20).
12. Un electrodo (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores en donde se proporciona una porción de conexión de entrada (14) entre la primera región de sellado (18) y el extremo de entrada (12) del cuerpo alargado (11), y preferentemente en donde una porción de conexión de salida (15) se proporciona entre la segunda región de sellado (19) y el extremo de salida (13) del cuerpo alargado (11).

13. Un reactor de plasma (31) que incluye un electrodo interior axial (10) y un electrodo exterior cilíndrico (35) que rodea al electrodo interior (10), en donde el electrodo interior (10) es un electrodo de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores.

- 5 14. Un conjunto de reactor de plasma (36), comprendiendo el conjunto uno o más reactores de plasma (31) en comunicación de fluidos con una fuente de fluido que va a hacerse reaccionar en los uno o más reactores de plasma (31), comprendiendo además el conjunto una porción de generación de corriente eléctrica (37) adaptada para generar una corriente eléctrica para impulsar una reacción en los uno o más reactores de plasma (31), y en donde el conjunto comprende además una o más válvulas (41) adaptadas para reducir o eliminar el flujo de fluido a o fuera del conjunto
- 10 (36), y en donde los uno o más reactores de plasma (31) comprenden el reactor de plasma de la reivindicación 13.

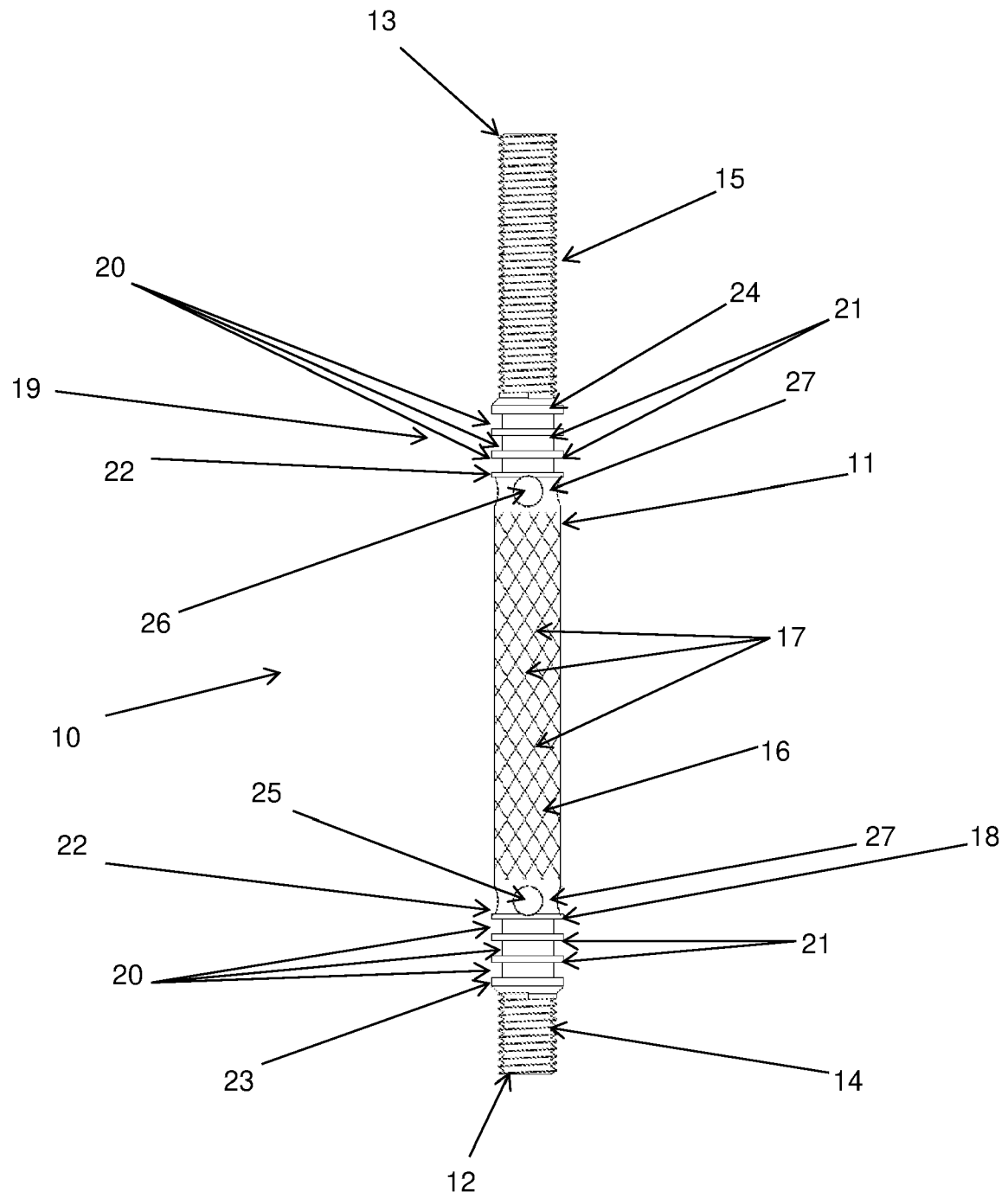


FIG 1

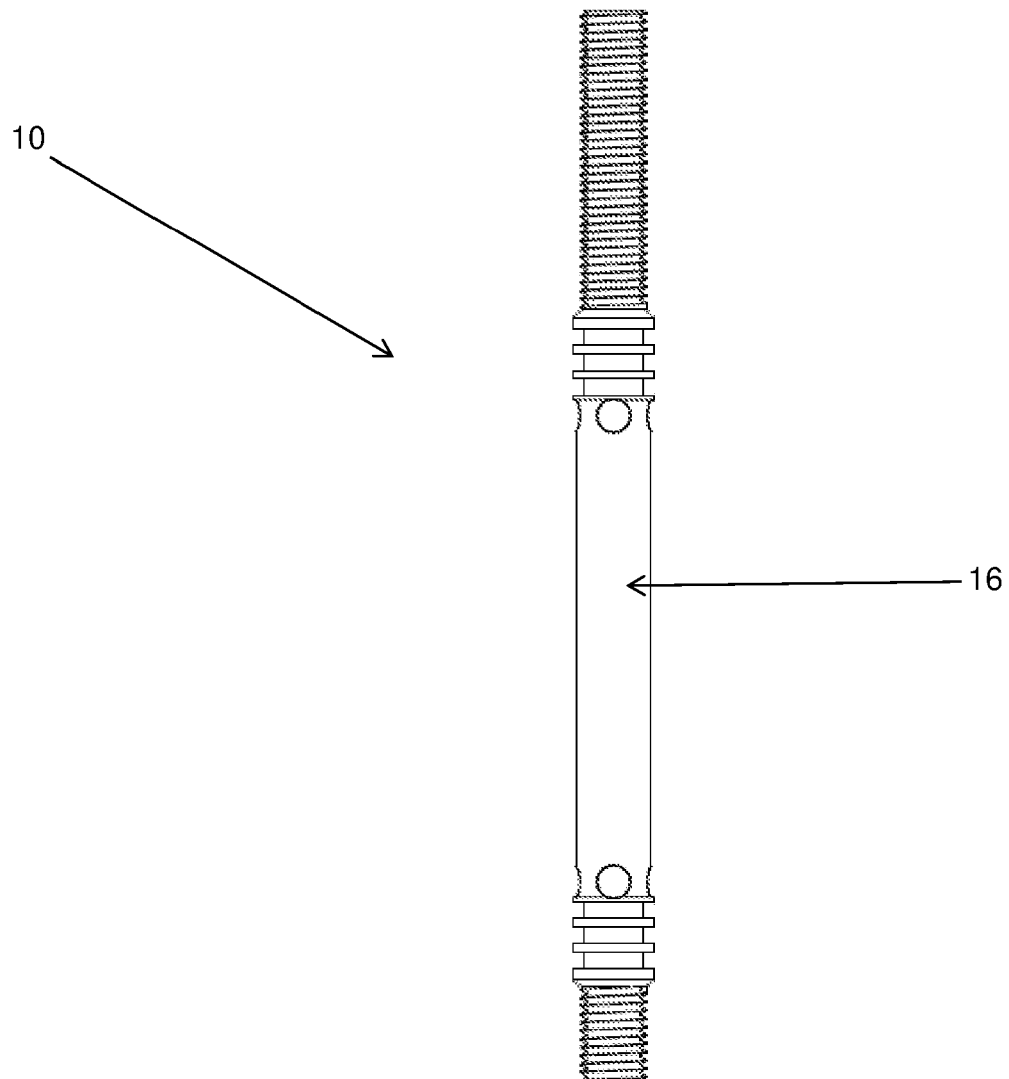


FIG 2

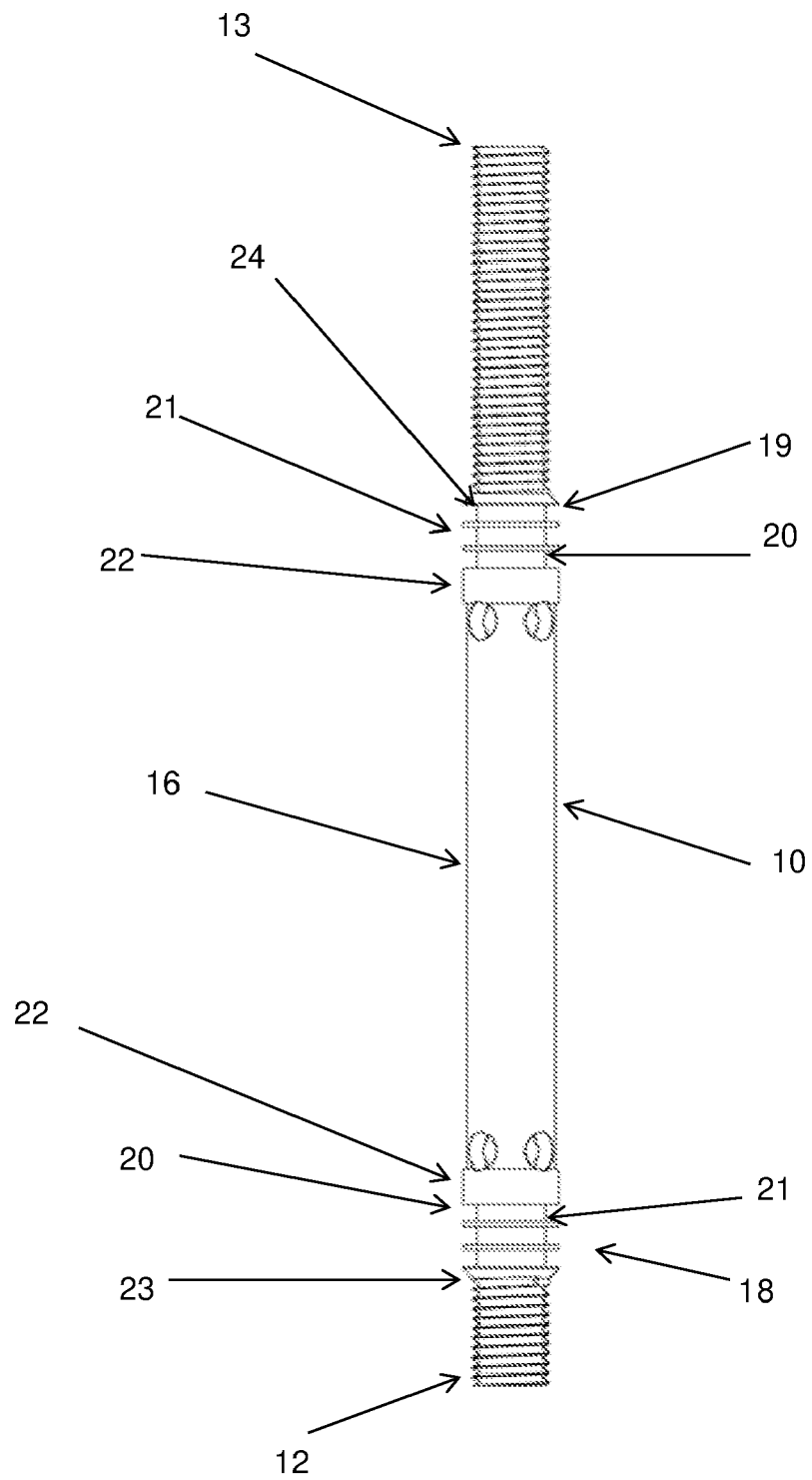


FIG 3

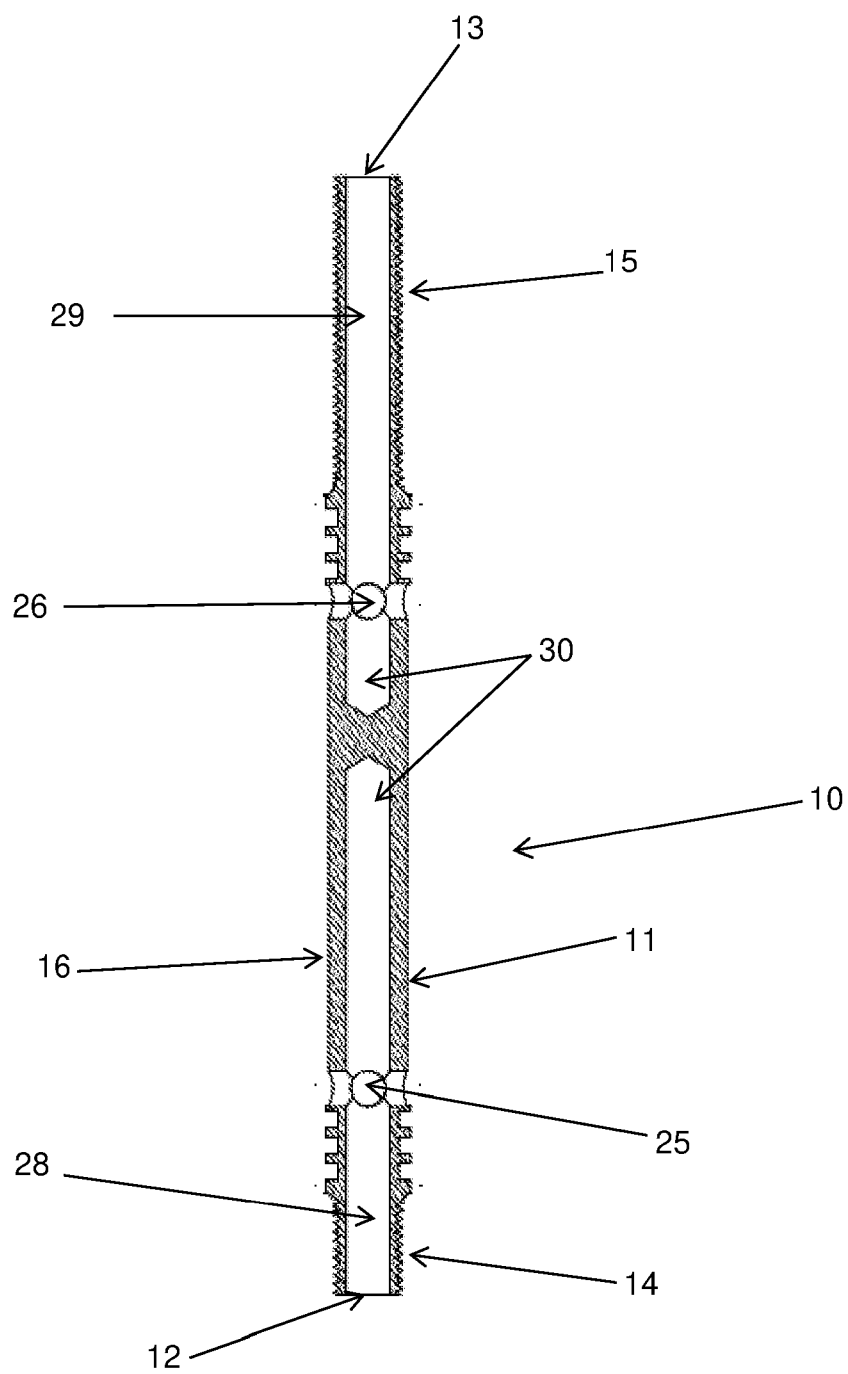


FIG 4

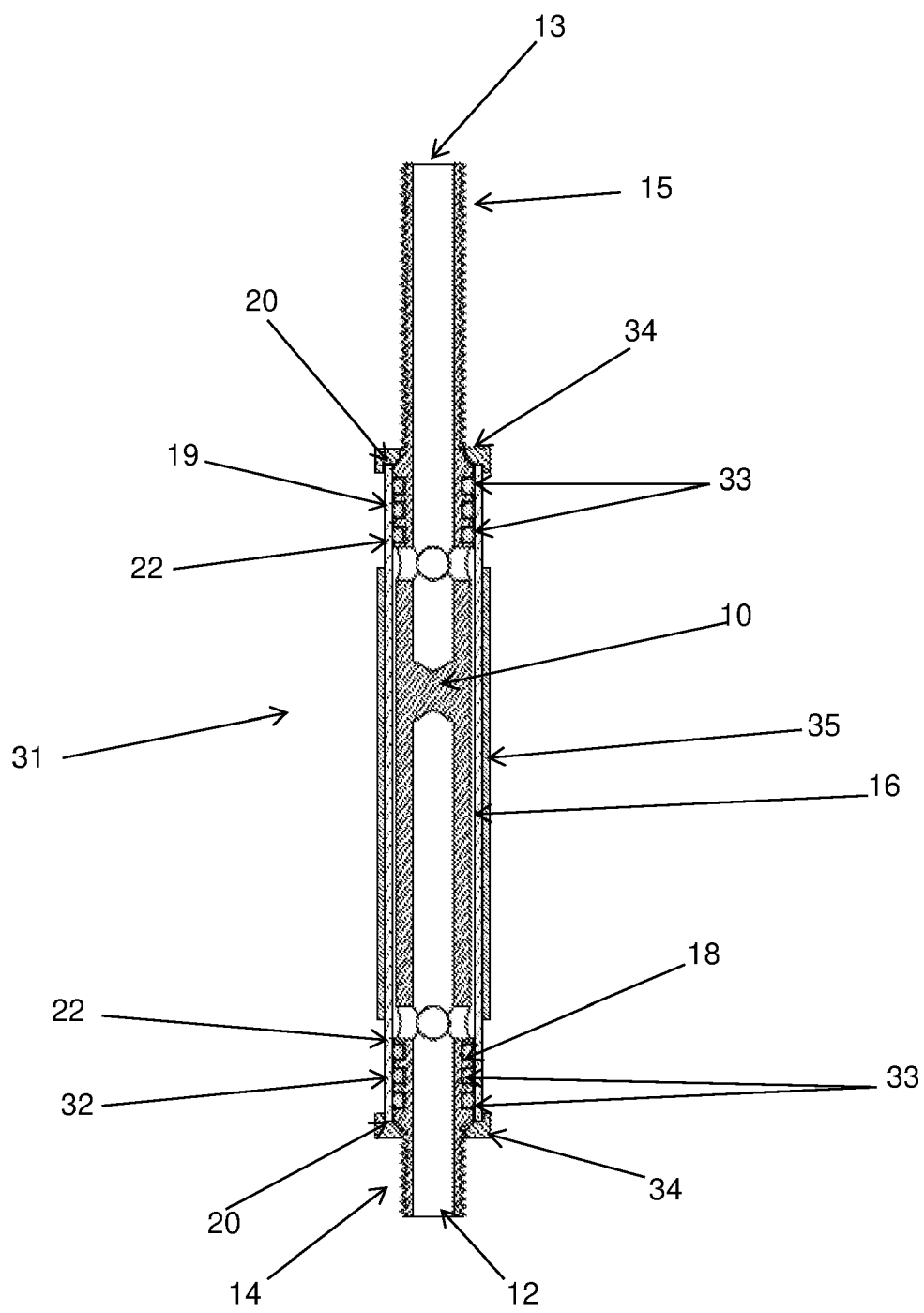


FIG 5

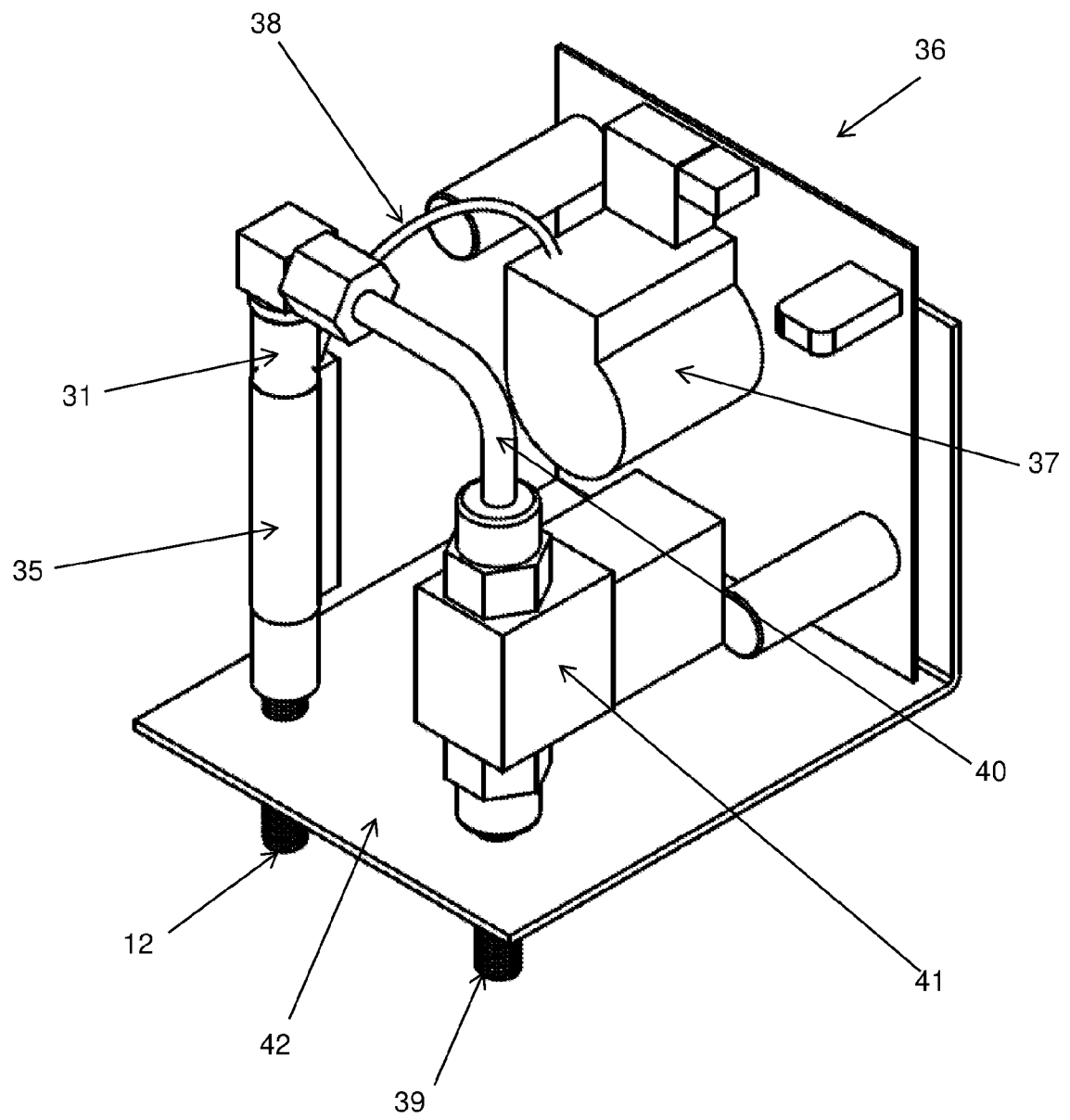


FIG 6

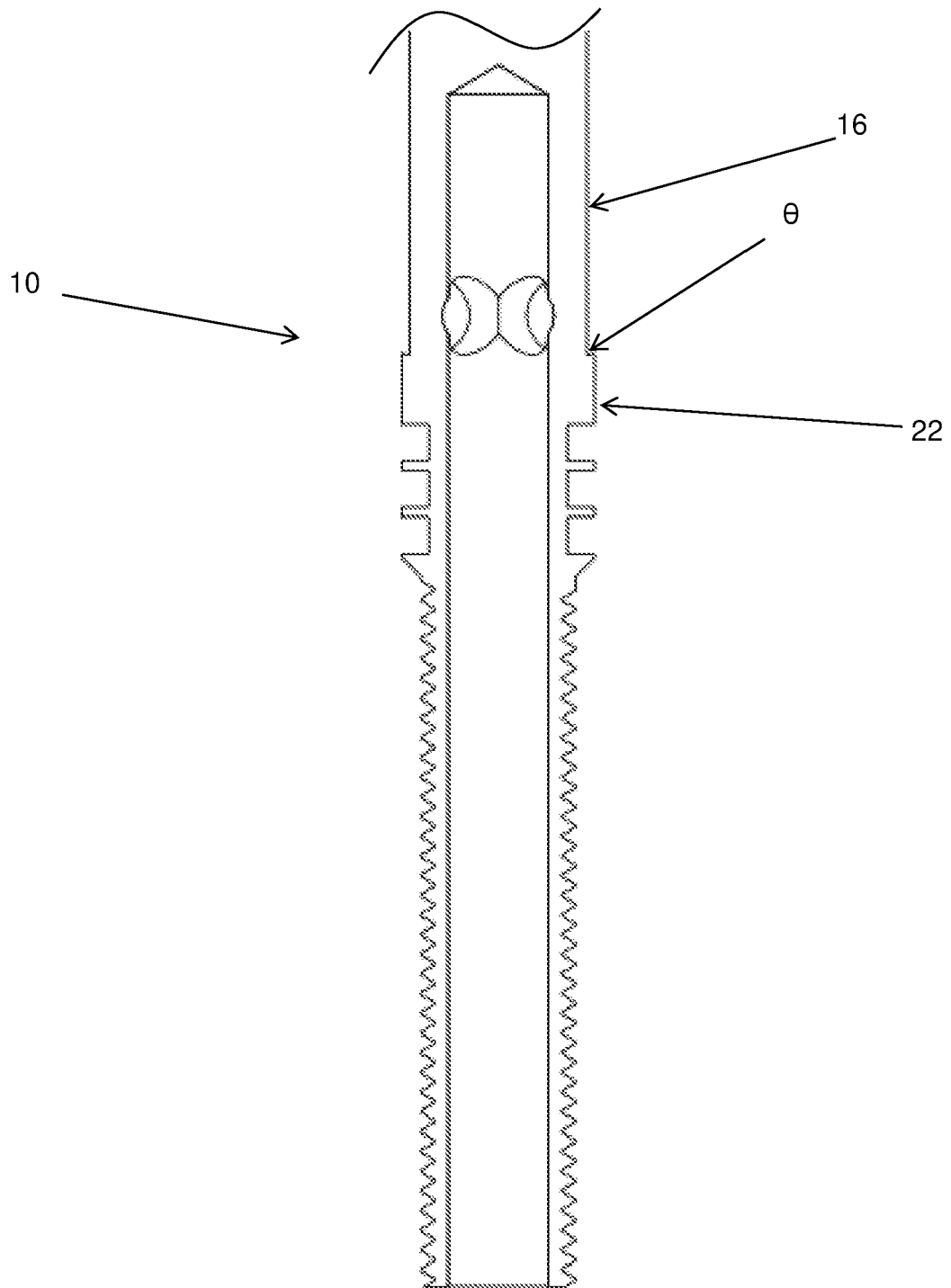


FIG 7

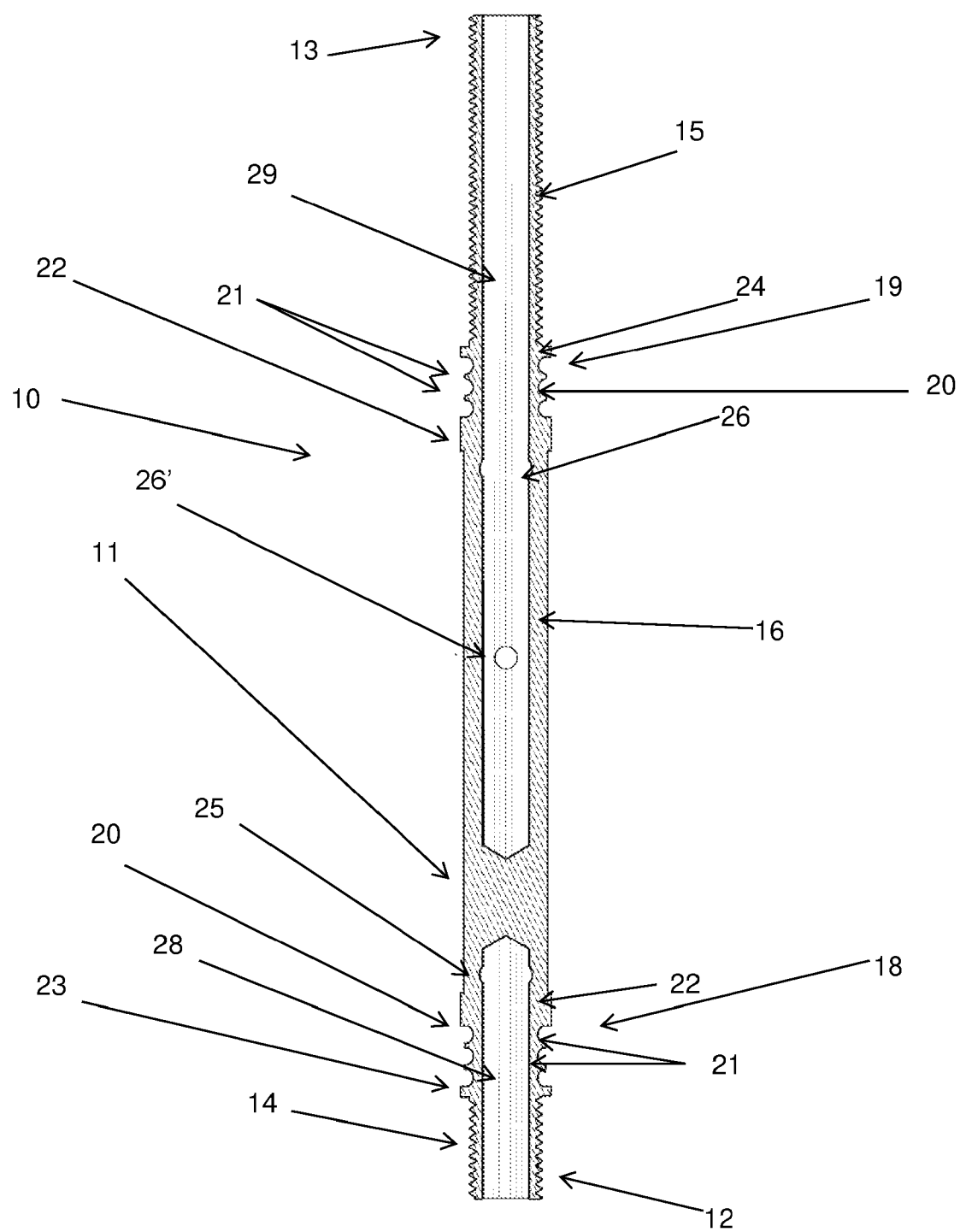


FIG 8