

DISPOSITIVO PARA SEPARAR HIDROGENO Y OXIGENO

CAMPO TÉCNICO

- 5 El presente invento está relacionado con dispositivos para la separación de gases. Particularmente, el presente invento está relacionado con dispositivos para separar hidrogeno y oxigeno mediante procesos de electrolisis.

DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE LA TÉCNICA

10

Con los cambios energéticos de los países, se han buscado alternativas diferentes a los combustibles fósiles, en donde algunas de dichas alternativas están relacionadas con la obtención y uso del hidrogeno.

- 15 Particularmente, el hidrogeno presenta varias ventajas en la actualidad, y su interés ha ido creciendo debido a sus posibles aplicaciones en diversos sectores. Algunas de las ventajas del hidrógeno en la actualidad son: Cuando se produce utilizando fuentes de energía renovable, como la solar o eólica, el hidrógeno se convierte en una forma de almacenar energía limpia y renovable, además que el hidrógeno puede almacenar grandes cantidades de
- 20 energía y liberarla cuando sea necesario. Esto lo convierte en una opción para abordar el problema de la intermitencia de las fuentes de energía renovable, ya que se puede producir y almacenar en momentos de exceso de energía y utilizar cuando la demanda es alta.

- Por otro lado, el hidrógeno se utiliza en la propulsión de vehículos a través de celdas de combustible. Los vehículos de hidrógeno emiten agua como único subproducto, lo que los
- 25 hace atractivos para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en el sector del transporte. Además, el hidrógeno presente otra variedad de ventajas en comparación con otro tipo de alternativas, sin embargo, aunque el hidrógeno tiene estas ventajas, también presenta desafíos, como la eficiencia del proceso de producción, los altos costos considerando que se
- 30 requieren materiales especializados como una membrana para la producción de hidrógeno, en la selectividad de los productos y en la eficiencia del proceso.

- De acuerdo con lo anterior, la electrólisis del agua es un proceso para separar hidrógeno y oxígeno, que requiere una membrana que permite obtener una selectividad de los productos
- 35 resultantes del proceso, y en la eficiencia del proceso. La membrana en este contexto se utiliza para separar físicamente los gases producidos en los electrodos (cátodo y ánodo) durante la electrólisis.

- Durante la electrólisis del agua, en el cátodo se produce hidrógeno y en el ánodo se produce
- 40 oxígeno. Sin una membrana selectiva, estos gases pueden mezclarse y formar una mezcla

explosiva, ya que tanto el hidrógeno como el oxígeno son inflamables. La membrana ayuda a mantener la separación de los dos gases para evitar riesgos de seguridad.

La utilización de una membrana selectiva mejora la eficiencia del proceso de electrólisis al
5 dirigir cada gas al lugar correcto. Esto permite recolectar y almacenar los gases de manera más eficiente sin pérdida de productos valiosos. Al prevenir la mezcla directa de hidrógeno y oxígeno, la membrana ayuda a evitar reacciones no deseadas que podrían ocurrir si ambos gases se combinaran en condiciones específicas. Las membranas utilizadas en la electrólisis
10 pueden ser de varios tipos, incluyendo membranas de intercambio iónico y membranas poliméricas. Estas membranas permiten el paso selectivo de iones y gases para lograr una separación eficiente de los productos de la electrólisis.

Por lo tanto, en el estado de la técnica se encuentran los siguientes documentos relacionados con la producción de hidrogeno, como los documentos de patente WO 2020/162772 A1, y
15 DE 102011053142 B4.

El documento WO 2020/162772 A1 divulga un electrolizador para la producción de hidrógeno y oxígeno. El electrolizador de WO 2020/162772 A1 consta de un depósito inferior (1) y una cubierta superior en forma de dos cúpulas (5) y (14). Las cúpulas (5) y (14)
20 están unidas de forma permanente y estanca en su parte inferior central por un tabique (4) del depósito (1). El tabique (4) está fijado permanentemente a las paredes laterales opuestas por encima del fondo de la cuba (1) y divide el depósito (1) en un compartimento del cátodo electrolítico (2) y un compartimento del ánodo electrolítico (3).

25 En el compartimento catódico electrolítico (13) se instala un paquete catódico (13) con un cordón (7). En el compartimento del ánodo electrolítico (3) se instala un paquete de ánodos (13) con un cable (16).

La placa (33) del paquete de cátodos (13) y la placa (33) del paquete de ánodos (22) consisten
30 en un recinto formado por una barra de canal (36), en cuyo interior hay una placa metálica plana (34) cuyas superficies laterales planas tienen revestimientos fijados permanentemente (35).

El paquete de cátodos (13) y el paquete de ánodos (22) están formados por una tira de paquete
35 de electrodos (33) enrollada alrededor de un núcleo metálico (24). La tira de paquete de electrodos (33) enrollada alrededor del núcleo metálico (24) se coloca entre una placa de soporte superior de un paquete de electrodos enrollado (39) y una placa de soporte inferior de un paquete de electrodos enrollado (40) en una guía espiral superior (41) y una guía espiral inferior (42). WO 2020/162772 A1 también divulga un conector de agua (23) que está
40 instalado en la pared frontal externa del depósito (1) en su parte inferior.

Por su parte, el documento DE 102011053142 B4 divulga un electrolizador para la generación de hidrógeno y oxígeno a partir de la descomposición electroquímica del agua que comprende una carcasa (1) dispuesta con pie, conectable a los polos de una fuente de alimentación de electrodos (2, 3) separados por al menos un diafragma (4). Por el al menos un diafragma (4) y las paredes adyacentes de la carcasa (1). Por encima de unas cámaras de separación de gas (7, 8) en la carcasa (1) al menos uno más, por paredes de separación (39) y las paredes (1a, 1b, 1c) de la carcasa (1) formada cámara (9, 10) con un demister (11) para la purificación adicional de agua (H₂) u oxígeno (O₂) se proporciona.

DE 102011053142 B4 divulga también unas cámaras de separación de gases (7, 8) y unas cámaras adicionales (9, 10) provistas en disposición vertical de tabiques horizontales (13, 14) con aberturas de paso (15, 16) para la mezcla de electrolito gaseoso y para el electrolito de drenaje para ello y los tabiques (13, 14) en dirección horizontal. La pared (1, 1a, 1b) de la carcasa (1) y los tabiques horizontales (13, 14) están unidos entre sí forman una unidad, en la que una parte superior en una tapa (17) hay salidas (18, 19) para el hidrógeno gaseoso limpio (H₂) y el oxígeno (O₂). Por su parte, en la parte inferior en la pared del fondo (20) de las semiceldas de electrólisis (5, 6) están previstas aberturas de alimentación (21, 22) para el agua y los electrolitos.

Sin embargo, si bien dichos documentos se refieren a dispositivos para procesos de electrólisis, dichos documentos no se refieren a procesos de electrólisis sin la necesidad de requerir una membrana.

BREVE DESCRIPCIÓN

La presente divulgación se relaciona con dispositivos para la producción de oxígeno e hidrógeno mediante electrólisis. Particularmente, la electrólisis se lleva a cabo en una celda electrolítica, que consiste en un recipiente que contiene una solución conductora (electrolito) o un electrolito fundido. Se sumergen dos electrodos en el electrolito. Luego, una fuente de corriente eléctrica se conecta a los electrodos. Cuando la corriente fluye a través del electrolito, se inducen reacciones químicas en los electrodos. En el cátodo, es decir, el electrodo negativo, ocurre una reacción de reducción, mientras que en el ánodo, el electrodo positivo, ocurre una reacción de oxidación.

Teniendo en cuenta lo anterior, la presente divulgación se refiere a un dispositivo para separar hidrógeno y oxígeno, que comprende: un conducto con un primer extremo y un segundo extremo, en donde el conducto cuenta con una ranura pasante sobre su superficie externa y en un punto intermedio del conducto; un primer electrodo dispuesto dentro del conducto en

el primer extremo del mismo; y un segundo electrodo dispuesto dentro del conducto en el segundo extremo del mismo. Dicho conducto cuenta además con una primera salida dispuesta en la superficie externa y en su primer extremo y una segunda salida dispuesta en la superficie externa y en el segundo extremo.

5

Por otro lado, una placa vertical está dispuesta dentro del conducto en su superficie interna, y enfrentada de forma paralela a la ranura, en donde la ranura está dispuesta entre el primer electrodo y el segundo electrodo.

- 10 Cuando un flujo de electrolito circula a través de la ranura, se genera una división del flujo del electrolito gracias a que dicho electrolito impacta a la placa, en donde una porción del electrolito que circula a través de la ranura se desplaza dentro del conducto hacia el primer extremo, mientras que una segunda porción de electrolito se desplaza hacia el segundo extremo. Luego, mediante una fuente se circula un voltaje hacia el primer electrodo y el
- 15 segundo electrodo que corresponden a un ánodo cátodo y son elementos que permiten que se den las reacciones redox (reducción-oxidación) dentro del conducto. Lo anterior permite generar el proceso de electrolisis y que en forma de burbujas salga el oxígeno y el hidrogeno a través de la primera salida y la segunda salida del conducto. Es decir, lo anterior permite separar oxígeno e hidrogeno de un electrolito como el agua, sin necesidad que dicha agua
- 20 esté purificada de alguna manera, y sin la utilización de algún tipo de membrana, lo que permite ahorrar costos en el proceso de producción del hidrogeno.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

- 25 La FIG. 1 ilustra una vista longitudinal en corte de un dispositivo para separar hidrogeno y oxígeno, que comprende un cilindro, dos electrodos dispuestos en los extremos del cilindro, una ranura inferior conectada con un conducto, en donde dicho conducto se conecta con una bomba. Además, el cilindro de dicha FIG. 1 cuenta con una lámina perpendicular dispuesta en una superficie interna y en la mitad del cilindro, y en los dos extremos de dicho cilindro
- 30 hay dos aberturas.

- La FIG. 2 ilustra una vista longitudinal en corte del dispositivo para separar hidrogeno y oxígeno de la FIG. 1, en donde en las aberturas se conectan dos tanques respectivamente, además, una fuente se conecta con una unidad de control, donde dicha unidad de control se
- 35 conecta con la bomba.

La FIG. 3A ilustra una vista en isométrico en corte del dispositivo para separar hidrogeno y oxígeno de la FIG. 1.

La FIG. 3B ilustra una vista transversal en corte del dispositivo para separar hidrogeno y oxígeno de la FIG. 1, la cual no ilustra los dos electrodos dentro, sino que entre la ranura y la lámina se disponen unas placas.

- 5 LA FIG. 4A ilustra una vista en isométrico de dos electrodos, en donde dichos electrodos están conformados por una pluralidad de conductos.

LA FIG. 4B ilustra una vista en isométrico de dos electrodos de la FIG. 4A, en donde dichos electrodos están recubiertos por una camisa que cuentan con una malla y tienen una abertura superior.

10

DESCRIPCIÓN DETALLADA

- 15 La presente invención se relaciona con dispositivos para la separación del hidrogeno y el oxígeno del agua mediante procesos como la electrólisis. La electrólisis es un proceso químico que utiliza la electricidad para inducir una reacción química no espontánea. En este proceso, una corriente eléctrica se utiliza para impulsar una reacción redox (reducción-oxidación). La electrólisis se utiliza comúnmente para la descomposición de compuestos en sus elementos constituyentes.
- 20

Particularmente, la electrólisis se lleva a cabo en una celda electrolítica, que consiste en un recipiente que contiene una solución conductora como un electrolito o un electrolito fundido. Se sumergen dos electrodos en el electrolito. Luego, una fuente de corriente eléctrica se conecta a los electrodos. Cuando la corriente fluye a través del electrolito, se inducen reacciones químicas en los electrodos. En el cátodo, es decir, el electrodo negativo, ocurre una reacción de reducción, mientras que, en el ánodo, el electrodo positivo, ocurre una reacción de oxidación.

25

- 30 La corriente eléctrica induce la descomposición del compuesto presente en el electrolito en sus elementos constituyentes. Por ejemplo, en la electrólisis del agua, el agua (H_2O) se descompone en oxígeno (O_2) en el ánodo y en hidrógeno (H_2) en el cátodo.

Teniendo en cuenta lo anterior, la presente divulgación se refiere a un dispositivo para separar hidrogeno y oxígeno, que comprende: un conducto (1) con un primer extremo (2) y un segundo extremo (3), en donde el conducto (1) cuenta con una ranura pasante (4) sobre su superficie externa y en un punto intermedio del conducto (1); un primer electrodo (7) dispuesto dentro del conducto (1) en el primer extremo (2) del mismo; y un segundo electrodo (8) dispuesto dentro del conducto (1) en el segundo extremo (3) del mismo. Dicho conducto (1) cuenta además con una primera salida (6a) dispuesta en la superficie externa y

35

40

en su primer extremo (2) y una segunda salida (6b) dispuesta en la superficie externa y en el segundo extremo (3).

5 Por otro lado, una placa (10) vertical está dispuesta dentro del conducto (1) en su superficie interna, y enfrentada de forma paralela a la ranura (4), en donde la ranura (4) está dispuesta entre el primer electrodo (7) y el segundo electrodo (8).

Particularmente, cuando un flujo de un electrolito circula a través de la ranura (4), se genera una división del flujo del electrolito gracias a que dicho electrolito impacta a la placa (10),
10 en donde una porción del electrolito que circula a través de la ranura (4) se desplaza dentro del conducto (1) hacia el primer extremo (2), mientras que una segunda porción de electrolito se desplaza hacia el segundo extremo (3). Luego, por el primer electrodo (7) y el segundo electrodo (8) donde cada uno de dichos electrodos puede estar configurado como ánodo o un cátodo, circula una corriente eléctrica lo que permite que se produzca una separación del
15 electrolito en sus partes constituyentes. Por ejemplo, en la electrólisis del agua, el agua (H_2O) se descompone en oxígeno (O_2) en el ánodo y en hidrógeno (H_2) en el cátodo, lo que permite que por la primera salida (6a) y la segunda salida (6b) salgan cada uno de dichos gases de forma independiente y no se mezclen, debido a que el flujo del electrolito que pasa por la ranura pasante (4) forma una barrera que impide que se mezcle el hidrogeno y el oxigeno
20 liberado en forma de burbujas dentro del conducto (1).

Para el entendimiento de la presente divulgación, se entenderá por electrolito a una sustancia que se encuentra en estado líquido o disuelta en un solvente y que es capaz de conducir electricidad. El electrolito facilita la conducción de corriente eléctrica a través de la solución.
25 Cómo se indicó anteriormente, durante la electrólisis, el electrolito se descompone mediante la aplicación de una corriente eléctrica, lo que provoca reacciones químicas en los electrodos. Los iones positivos (cationes) se dirigen hacia el cátodo (electrodo negativo), donde se reducen, mientras que los iones negativos (aniones) se dirigen hacia el ánodo (electrodo positivo), donde se oxidan. Estas reacciones químicas en los electrodos se generan productos
30 nuevos. El electrolito se selecciona del grupo conformado por: soluciones acuosas, electrolitos ácidos, electrolitos básicos: electrolitos salinos: electrolitos fundidos:

El electrolito permite mantener la conducción eléctrica durante la electrólisis. La elección del electrolito depende de la aplicación específica y de los productos deseados en el proceso de
35 electrólisis. En un ejemplo de la presente divulgación, el electrolito puede ser agua. Por otro lado, el flujo del electrolito corresponde al volumen de fluido que pasa a través de una sección transversal, ya sea del conducto (1) o de la ranura pasante (4), dada por unidad de tiempo.

Por otro lado, haciendo referencia a la FIG. 1, el conducto (1) es una estructura o canal
40 diseñado para transportar algo de un lugar a otro, el cual cuenta con una superficie externa y

una superficie interna. Dicho conducto (1) puede tener diferentes formas, tamaños y puede estar fabricado en diferentes materiales. Por ejemplo, el conducto (1) puede tener una sección transversal que se selecciona del grupo conformado por cuadrados, triángulos, círculos, rectángulos, pentágonos, trapecios, elipses, rombos, hexágono, heptágono, octógono, decágono, formas equivalentes conocidos por una persona medianamente versada en la materia o combinación de los anteriores.

Además, dicho conducto (1) cuenta con un primer extremo (2) y un segundo extremo (3), y una ranura pasante (4) dispuesta entre dicho primer extremo (2) y el segundo extremo (3).

Dicho primer extremo (2) y segundo extremo (3) están localizados en cada uno de los extremos longitudinales del conducto (1). Por ejemplo, el conducto (1) puede ser un conducto recto con una sección transversal circular, en donde el primer extremo (2) se refiere a un extremo longitudinal de dicho conducto (1) mientras que el segundo extremo (3) se refiere al otro extremo.

Por su parte, haciendo referencia a la FIG.1, la ranura pasante (4) es una abertura alargada y estrecha o a una hendidura en la superficie interna del conducto (1). Haciendo referencia a la FIG. 3A, dicha ranura pasante (4) es una perforación alargada y estrecha localizada en la superficie interna del conducto (1) y, además, dicha ranura pasante (4) es ortogonal a la longitud de dicho conducto (1).

Por otro lado, la placa (10) puede ser una lámina con una superficie plana dispuesta de forma vertical dentro del conducto (1) y conectada en su superficie interna, y enfrentada de forma paralela a la ranura (4). Haciendo referencia a la FIG. 1, FIG. 2, FIG. 3A, FIG. 3B, la placa (10) está conectada en la superficie interna del conducto (1) dispuesta de forma vertical. y cuenta con un contorno (10a) expuesto dentro del conducto (1). Dicho contorno (10a) de la placa (10) está contiguo a la ranura pasante (4), lo que permite que el flujo (a) del electrolito entre a través de la ranura pasante (4) e impacte con dicho contorno (10a) de la placa (10), permitiendo que el flujo se parta en dos flujos, un primer flujo de electrolito que se desplaza hacia el primer extremo (2) del conducto (1), y un segundo flujo de electrolito que se desplaza hacia el segundo extremo (3) del conducto (1).

El hecho de que la placa (10) esté enfrentada de forma paralela a la ranura (4), y quede dicha ranura pasante (4) tenga la forma anteriormente descrita, permite que, cuando un electrolito circule por dicha ranura pasante (4), dicho electrolito impacte de forma vertical con la placa (10) y se forme una barrera de fluido que parte el conducto (1) en dos secciones, una primera sección en donde se encuentra el primer electrodo (7) y una segunda sección en donde se encuentra el segundo electrodo (8).

Además, haciendo referencia a la FIG. 3B dentro del conducto (1) y localizado entre la ranura (4) y la placa (10) se puede disponer una lámina (19), donde dicha lámina (19) está dispuesta de forma vertical, y está orientada de forma ortogonal con la placa (10). Dicha lámina (19) puede estar dispuesta de forma perpendicular con la superficie vertical de la placa (10), lo que permite que unas líneas flujo del electrolito que pasan a través de la ranura pasante (4), no se desorganicen y se desplacen de forma vertical hacia la placa (10). En una modalidad de la presente divulgación, dentro del conducto (1) y localizado entre la ranura (4) y la placa (10) se puede disponer una pluralidad de láminas (19).

Por otro lado, haciendo referencia a la FIG. 1 y FIG. 2 la ranura pasante (4) en la superficie externa del conducto (1) puede estar conectada con una bomba (11). Dicha bomba (11) puede ser un dispositivo mecánico diseñado para transportar líquidos de un lugar a otro, y está configurada para desplazar un electrolito dentro de la ranura pasante (4) y, por lo tanto, dentro del conducto (1), con una presión determinada. Dicha bomba (11) está configurada para bombear el electrolito dentro del conducto (1) a través de la ranura (4).

Dicha bomba (11) se selecciona del grupo conformado por: bombas de engranes, bomba de aspa o de tornillo, bombas de cavidad progresiva, bombas de lóbulo o bomba de levas, bombas peristálticas o reciprocantes, bombas centrífugas, bomba dúplex, bomba de diafragma o de doble diafragma, bombas dilaceradoras, bombas equivalentes conocidos por una persona medianamente versada en la materia o combinación de los anteriores.

Además, y haciendo referencia a la FIG. 1 y FIG. 2, el dispositivo de la presente divulgación puede contar con un conducto de entrada (9) conectado en la superficie externa del conducto (1) y dispuesto alrededor de la ranura (4). Dicho conducto de entrada (9) está configurado para conectarse con la bomba (11), lo que permite a un usuario, facilitar la conexión de dicha bomba (11) con el conducto (1), lo que evita que la conexión se deba de hacer directamente con la ranura pasante (4). Dicha bomba (11) está configurada para bombear el electrolito dentro del conducto (1) a través de la ranura (4).

Por otro lado, el primer electrodo (7) y el segundo electrodo (8) corresponden a un ánodo cátodo y son elementos que permiten que se den las reacciones redox (reducción-oxidación) dentro del conducto (1). Además, dicho primer electrodo (7) y segundo electrodo (8) son conductores eléctricos a través del cual fluye una corriente eléctrica hacia o desde un medio no metálico, como un electrolito o un líquido. Tanto el primer electrodo (7) como el segundo electrodo (8) pueden estar hechos de diferentes materiales. Por ejemplo, los materiales de dichos electrodos (7, 8) se selecciona del grupo conformado por grafito, grafeno, platino, oro, carbón, otros metales conductores equivalentes conocidos por una persona medianamente versada en la materia o combinación de los anteriores.

Además, tanto el primer electrodo (7) como el segundo electrodo (8) cuentan con una superficie activa, es decir, el área en contacto con el electrolito. De acuerdo con lo descrito anteriormente, el primer electrodo (7) se dispone en el primer extremo (2) del primer electrodo (7) mientras que el segundo electrodo (8) se dispone en el segundo extremo (3) del conducto (1). Cuando el electrolito se bombee a través de la ranura pasante (4), separando el electrolito en una primera porción y una segunda porción, lo anterior permite que el primer electrodo (7) esté sumergido en la primera porción mientras que el segundo electrodo (8) esté sumergido en la segunda porción del electrolito.

Además, haciendo referencia a la FIG. 3A y FIG. 4A tanto el primer electrodo (7) como el segundo electrodo (8) pueden estar conectados con un elemento de sujeción (21). Dicho elemento de sujeción (21) está configurado para conectarse con cada uno de los extremos del conducto (1). Es decir, el elemento de sujeción (21) del primer electrodo (7) se conecta con el primer extremo del conducto (1), mientras que el elemento de sujeción (21) del segundo electrodo (8) está configurado para conectarse con el segundo extremo del conducto (1).

El hecho de incluir dicho elemento de sujeción (21) conectado con los electrodos (7, 8), permite intercambiar diferentes electrodos (7, 8) a un mismo conducto (1).

En una modalidad de la presente divulgación, el elemento de sujeción (21) se puede conectar mediante diferentes elementos de conexión al conducto (1), como, por ejemplo, acople, clavos, tornillos, soldadura, elementos equivalentes conocidos por una persona medianamente versada en la materia o combinación de los anteriores. Por ejemplo, la superficie interna de cada uno de los extremos del conducto (1) puede tener una rosca, y además, dicho elemento de sujeción (21) de los electrodos puede tener una superficie externa roscada, lo que permite conectar el elemento de sujeción (21) de cada uno de dichos electrodos con los extremos del conducto (1).

Adicionalmente, tanto el primer electrodo (7) como el segundo electrodo (8) pueden estar conectados al elemento de sujeción (21) mediante una barra de ajuste, que permite regular la distancia a la que están cada uno de los electrodos (7, 8) dentro del conducto (1), y por lo tanto, ajustar el proceso de electrolisis de acuerdo con el diámetro y la longitud del conducto (1).

Por otro lado, haciendo referencia a la FIG. 2, una fuente (13) correspondiente con una fuente de corriente eléctrica, como una batería o un generador, se conecta a dichos electrodos (7, 8). Cuando una corriente fluye desde la fuente (13) hacia los electrodos (7, 8), y desde los electrodos (7, 8) hacia el electrolito, se inducen reacciones químicas en dichos electrodos (7, 8). Dichos electrodos (7, 8) se conectan con la fuente (13), que es una fuente eléctrica con una terminal positiva y una terminal negativa, lo que permite que por dichos electrodos

circule una corriente eléctrica lo que permite que se lleve a cabo el proceso de electrolisis. La corriente eléctrica induce la descomposición del compuesto presente en el electrolito en sus elementos constituyentes. Por ejemplo, en la electrólisis del agua, el agua (H_2O) se descompone en oxígeno (O_2) en el ánodo y en hidrógeno (H_2) en el cátodo.

5

El ánodo, es un electrodo donde ocurre la oxidación. En una reacción de oxidación, los electrones se liberan. Durante la electrólisis, el ánodo es el electrodo positivo al que se conecta el extremo positivo de la fuente (13) de corriente eléctrica. Por su parte, en el cátodo ocurre una reacción de reducción. Durante la electrólisis, del agua, el cátodo es el lugar donde se produce la reducción del agua, consumiendo electrones y produciendo hidrógeno. En una modalidad de la presente divulgación, el primer electrodo (7) es un ánodo, mientras que el segundo electrodo (8) es un cátodo. En otra modalidad de la presente divulgación, el primer electrodo (7) es un cátodo, mientras que el segundo electrodo (8) es un ánodo.

10

De acuerdo con lo anterior, el primer electrodo (7) está dispuesto dentro del conducto (1) y se localiza en el primer extremo (2) de dicho conducto (1), mientras que el segundo electrodo (8) está dispuesto dentro del conducto (1) y se localiza en el segundo extremo (3) de dicho conducto (1). Cuando la fuente (13) se activa, por el primer electrodo (7) y el segundo electrodo (8) circula una corriente eléctrica, un flujo de electrolito circula a través de la ranura (4), generando una división del flujo del electrolito gracias a que dicho electrolito impacta a la placa (10), en donde una porción del electrolito que circula a través de la ranura (4) se desplaza dentro del conducto (1) hacia el primer extremo (2), mientras que una segunda porción de electrolito se desplaza hacia el segundo extremo (3). Además, cada uno de dichos electrodos cuenta con una superficie con un área correspondiente a la superficie activa, que corresponde a la superficie que de los electrodos que tiene contacto con el electrolito.

20

25

De acuerdo con lo anterior, y en un ejemplo de la presente divulgación, cuando el primer extremo (2) está configurado como un ánodo y el segundo electrodo (8) está configurado como un cátodo, el electrolito alojado en el primer extremo (2) sufre un proceso de electrolisis en donde se da una reacción de oxidación, produciendo la oxidación del agua, liberando oxígeno y electrones. Dicho oxígeno se libera en forma de burbujas las cuales se desplazan con electrolito desde el interior del primer extremo (2) del conducto (1) hacia la primera salida (6a). Por su parte, el electrolito alojado en el segundo extremo (3) sufre un proceso de electrolisis en donde se da una reacción de reducción, donde se produce la reducción del agua, consumiendo electrones y produciendo hidrógeno. Dicho hidrógeno se libera en forma de burbujas las cuales se desplazan con electrolito desde el interior del segundo extremo (3) del conducto (1) hacia la segunda salida (6b).

30

35

En otro ejemplo de la presente divulgación, cuando el primer extremo (2) está configurado como un cátodo y el segundo electrodo (8) está configurado como un ánodo, el electrolito alojado en el primer extremo (2) sufre un proceso de electrolisis en donde se da una reacción de reducción, donde se produce la reducción del agua, consumiendo electrones y produciendo hidrógeno. Dicho hidrógeno se libera en forma de burbujas las cuales se desplazan con electrolito desde el interior del primer extremo (2) del conducto (1) hacia la primera salida (6a). Por su parte, el electrolito alojado en el segundo extremo (3) sufre un proceso de electrolisis en donde se da una reacción de oxidación, produciendo la oxidación del agua, liberando oxígeno y electrones. Dicho oxígeno se libera en forma de burbujas las cuales se desplazan con electrolito desde el interior del segundo extremo (3) del conducto (1) hacia la segunda salida (6b).

En una modalidad de la presente divulgación, la primera salida (6a) y la segunda salida (6b) del conducto (1) se conectan cada uno con un primer tanque (12a) y un segundo tanque (12b) respectivamente. Haciendo referencia a la FIG. 2, a la primera salida (6a) se puede conectar un primer tanque (12a) mientras que la segunda salida (6b) se puede conectar con un segundo tanque (12b). Lo anterior permite que el gas producido por las reacciones del primer electrodo (7), se desplacen desde el interior del primer extremo (2) del conducto (1), hacia la primera salida (6a) y desde allí hacia el primer tanque (12a). Por otro lado, el gas producido por las reacciones del segundo electrodo (8), se desplazan desde el interior del segundo extremo (3) del conducto (1), hacia la segunda salida (6b) y desde allí hacia el segundo tanque (12b).

Cada uno de dichos tanques (12a, 12b) se pueden conectar con la bomba (11), que está conectada a su vez con el conducto de entrada (9). Lo anterior permite que el electrolito proveniente desde el interior del conducto (1) hacia los tanques (12a, 12b), se desplace desde el primer tanque (12a) y el segundo tanque (12b) hacia la ranura pasante (4) para que dicho electrolito ido vuelva a entrar al conducto (1) y vuelvan a pasar por un proceso de oxidación y reducción.

Haciendo referencia a la FIG. 4A, y en una modalidad de la presente divulgación, el primer electrodo (7) y el segundo electrodo (8) pueden ser una pluralidad de conductos (14) conectados entre sí, lo que permite aumentar el área de la superficie activa de dichos electrodos (7, 8). Lo anterior permite aumentar la eficiencia de las reacciones electroquímicas y la velocidad de la electrólisis producida dentro del conducto (1).

Además, cuando el primer electrodo (7) y el segundo electrodo (8) son una pluralidad de conductos (14), dichos conductos cuentan con una superficie externa la cual puede tener una ranura pasante. Dicha ranura pasante permite que las burbujas de hidrogeno y oxigeno

contenidas dentro de los conductos de la pluralidad de conductos (14) del primer electrodo (7) y del segundo electrodo (8), salgan de dichos conductos.

En una modalidad de la presente divulgación, y haciendo referencia a la FIG. 4B, tanto primer electrodo (7) como el segundo electrodo (8) pueden estar recubiertos por una camisa (15). Dichas camisas (15a, 15b) cuentan cada una con una primera abertura y una segunda abertura (16b), en donde la primera abertura de cada una de las camisas (15) está orientada hacia la ranura pasante (4) y la segunda abertura (16b) está orientada hacia el extremo opuesto del conducto (1). Además, dichas camisas (15) cuentan con una superficie externa. De acuerdo con lo anterior, en la segunda abertura (16b) de cada una de las camisas (15a, 15b) se insertan los electrodos (7, 8) respectivamente.

Dichas camisas (15) permiten acumular dentro de sí, gas en forma de burbujas producidas por la electrolisis del primer electrodo (7) y del segundo electrodo (8) dentro del conducto (1). Lo anterior permite que las burbujas de gas de oxígeno e hidrogeno no se distribuyan a lo largo del conducto aumentando la eficiencia del dispositivo de la presente divulgación.

Por otro lado, y haciendo referencia a la FIG. 4B, la camisa (15) de cada uno de los electrodos (7, 8) puede contar con una perforación (17) sobre su superficie, en donde dicha perforación (17) de cada una de las camisas (15) está orientada hacia la primera salida (6a) y la segunda salida (6b) del conducto (1), respectivamente. Dicha perforación (17) permite redirigir el gas retenido en las camisas (15) de cada uno de los electrodos (7, 8) hacia la primera salida (6a) y la segunda salida (6b) respectivamente.

Por otro lado, y haciendo referencia a la FIG. 4B, la primera abertura de la camisa (15) de cada uno de los electrodos (7, 8) puede estar recubierta por una malla (18). Dicha malla (18) permite que el agua que entra en el conducto (1) se aloje en las camisas (15) y que entre en contacto con los electrodos (7, 8), filtrando residuos que dicho electrolito pueda contener. Además, dicha malla (18) permite que las burbujas de hidrogeno y oxigeno generadas de forma circundante en los electrodos (7, 8), se quede contenida en los electrodos (7, 8) y que se desplacen por la perforación (17) de cada una de las camisas (15) orientada hacia la primera salida (6a) y la segunda salida (6b) del conducto (1), permitiendo que dichas burbujas de gas retenidas en las camisas (15) seas redirigidas hacia la primera salida (6a) y la segunda salida (6b) respectivamente.

Adicionalmente, haciendo referencia a la FIG. 2, la fuente (13) y la bomba (11) pueden estar conectadas con una unidad de control (20). Dicha unidad de control (20) está configurada para controlar el voltaje y la corriente que la fuente (13) transmite hacia el primer electrodo (7) y el segundo electrodo (8). Además, dicha unidad de control (20) también

permite controlar el caudal y el flujo con el que transita el electrolito desde la ranura pasante (4) hacia el conducto (1).

Dicha unidad de control (20) se puede seleccionar del grupo conformado por: controladores lógicos programables (PLC), microprocesadores, DSCs (Digital Signal Controller, por sus siglas en inglés), FPGAs (Field Programmable Gate Array, por sus siglas en inglés), CPLDs (Complex Programmable Logic Device, por sus siglas en inglés), ASICs (Application Specific Integrated Circuit, por sus siglas en inglés), SoCs (System on Chip, por sus siglas en inglés), PsoCs (Programmable System on Chip, por sus siglas en inglés), computadores, servidores, tabletas, celulares, celulares inteligentes, generadores de señales y unidades de control equivalentes conocidas por una persona medianamente versada en la materia y combinaciones de estas.

Además, la unidad de control comprende un módulo de memoria en donde se pueden almacenar los datos de corriente y voltaje. El módulo de memoria de la unidad de control puede seleccionarse entre memorias RAM (memoria caché, SRAM, DRAM, DDR), memoria ROM (Flash, Caché, discos duros, SSD, EPROM, EEPROM, memorias ROM extraíbles (v.g. SD (miniSD, microSD, etc), MMC (MultiMedia Card), Compact Flash, SMC (Smart Media Card), SDC (Secure Digital Card), MS (Memory Stick), entre otras)), CD-ROM, discos versátiles digitales (DVD por las siglas en inglés de Digital Versatile Disc) u otro almacenamiento óptico, casetes magnéticos, cintas magnéticas, almacenamiento o cualquier otro medio que pueda usarse para almacenar información y a la que se puede acceder con la unidad de control. En los registros de memoria generalmente se incorporan instrucciones, estructuras de datos, módulos de programas informáticos. Algunos ejemplos de estructura de datos son: una hoja de texto o una hoja de cálculo, una base de datos.

EJEMPLOS

EJEMPLO 1

Haciendo referencia a la FIG. 1 y FIG. 2, se desarrolló un dispositivo para separar hidrogeno y oxígeno, con las siguientes características:

- un conducto (1) recto con una sección transversal circular. Dicho conducto (1) cuenta con un primer extremo (2) y un segundo extremo (3);
- el conducto (1) cuenta con una ranura pasante (4) sobre su superficie externa y en un punto intermedio del conducto (1). Dicha ranura pasante (4) es más larga que angosta y es ortogonal a la longitud de dicho conducto (1);
- una primera salida (6a) dispuesta en la superficie externa y en el primer extremo (2) del conducto (1). Dicha segunda salida (6b) está conectada con un primer tanque (12a);

- una segunda salida (6b) dispuesta en la superficie externa y en el segundo extremo (3) del conducto (1). Dicha segunda salida (6b) está conectada con un segundo tanque (12b);
- un primer electrodo (7) dispuesto dentro del conducto (1) en el primer extremo (2) del conducto (1);
- un segundo electrodo (8) dispuesto dentro del conducto (1) en el segundo extremo (3) del conducto (1);
- un conducto de entrada (9) conectado en la superficie externa del conducto (1) y dispuesto alrededor de la ranura (4); y
- una placa (10) vertical dispuesta dentro del conducto (1) en su superficie interna, y enfrentada de forma paralela a la ranura (4). La ranura (4) está dispuesta entre el primer electrodo (7) y el segundo electrodo (8);
- una bomba (11) conectada con el conducto de entrada (9);
- una fuente (13) conectada al primer electrodo (7) y al conducto de entrada (9); y
- una unidad de control (20) conectada a la bomba (11) y a la fuente (13).

En dicho ejemplo, cuando un flujo de electrolito circula a través de la ranura (4) por acción de la bomba (11), se genera una división del flujo del electrolito gracias a que dicho electrolito impacta a la placa (10). Una porción del electrolito que circula a través de la ranura (4) se desplaza dentro del conducto (1) hacia el primer extremo (2) en donde está localizado el primer electrodo (7), mientras que una segunda porción de electrolito se desplaza hacia el segundo extremo (3) en donde está localizado el segundo electrodo (8).

Después, se activa la fuente (13) lo que permite que por dichos electrodos (7, 8) circule una corriente lo que permite impulsar una reacción redox (reducción-oxidación), permitiendo que el oxígeno y el hidrógeno separado del electrolito en forma de burbujas, se desplace por la primera salida (6a) y la segunda salida (6b) respectivamente, hacia el primer tanque (12a) y el segundo tanque (12b).

En dicho EJEMPLO 1 se logró la separación de agua formada a partir de burbujas de gas en toda la circunferencia del conducto (1). Además, se logró una óptima conductividad entre todas las partes utilizando menos de un amperio y menos de 3 voltios para lograr la división de gases. Además, al aumentar amperaje y voltaje se observa un aumento en la producción de burbujas, es decir, gases oxígeno e hidrógeno.

EJEMPLO 2

Se desarrolló un dispositivo para separar hidrógeno y oxígeno como el del EJEMPLO 1, con las siguientes características:

- tanto el primer electrodo (7) y el segundo electrodo (8) estaban formados por una pluralidad de conductos (14) conectados entre sí, en donde cada uno de la pluralidad de conductos (14) cuenta con una ranura pasante sobre su superficie;
- una primera camisa (15a) que recubre la pluralidad de conductos (14) del primer electrodo (7);
- una segunda camisa (15b) que recubre la pluralidad de conductos (14) del segundo electrodo (8);
- la camisa (15a, 15b) de cada uno de los electrodos (7, 8) cuenta con una perforación (17) sobre su superficie, en donde dicha perforación (17) de cada una de las camisas (15a, 15b) está orientada hacia la primera salida (6a) y la segunda salida (6b) del conducto (1), respectivamente;
- una malla (18) que recubre la primera abertura de las camisas (15a, 15b) de cada uno de los electrodos (7, 8);
- en dicho EJEMPLO 2 tanto el primer electrodo (7) como el segundo electrodo (8) están conectados con un elemento de sujeción (21), donde dicho elemento de sujeción (21) está configurado para conectarse con cada uno de los extremos del conducto (1).

En dicho EJEMPLO 2 se logró la separación de agua formada a partir de burbujas de gas en cada extremo del conducto (1). Además, se logró una evacuación de gas por sus respectivas salidas del conducto (1), en donde aparte se evidencian los ajustes de distancia de los electrodos y la velocidad de flujo que optimizan tanto la producción como la evacuación de los gases.

Se debe entender que la presente divulgación no está limitada a las modalidades descritas e ilustradas, pues como será evidente para una persona versada en el arte, existen variaciones y modificaciones posibles que no se apartan del espíritu de la invención, el cual solo se encuentra definido por las siguientes reivindicaciones.

.