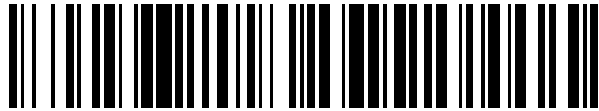


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 666 420**

51 Int. Cl.:

H01M 8/04	(2006.01)
B01D 53/26	(2006.01)
H01M 8/08	(2006.01)
H01M	(2006.01)
H01M 10/42	(2006.01)
H01M	(2006.01)
H01M 12/06	(2006.01)
H01M 8/083	(2006.01)
H01M 8/086	(2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.02.2014 PCT/US2014/015613**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **14.08.2014 WO14124386**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.02.2014 E 14749407 (4)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.04.2018 EP 2954583**

54 Título: **Sistema de recaptura/reciclado de agua en celdas electroquímicas**

30 Prioridad:

11.02.2013 US 201361763423 P

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
04.05.2018

73 Titular/es:

**FLUIDIC, INC. (100.0%)
8455 North 90th Street Suite 4
Scottsdale, AZ 85258, US**

72 Inventor/es:

**FRIESEN, CODY A. y
KALAL, PETER**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 666 420 T3

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín Europeo de Patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre Concesión de Patentes Europeas).

DESCRIPCIÓN

Sistema de recaptura/reciclado de agua en celdas electroquímicas

Referencia cruzada a solicitud anterior

5 Esta solicitud reivindica el beneficio de la solicitud estadounidense provisional serial No.: 61/763,423, presentada el 11 de febrero de 2013.

Campo

La presente invención se refiere de manera general a celdas electroquímicas, y más particularmente a celdas electroquímicas que utilizan un medio iónicamente conductor.

Antecedentes

10 Muchos tipos de celdas electroquímicas utilizan un medio líquido iónicamente conductor para soportar reacciones electroquímicas dentro de la celda. Las celdas electroquímicas pueden utilizar un electrodo oxidante que respira aire acoplado a un electrodo de combustible, que comprende cualquier combustible adecuado. Por ejemplo, un sistema de celda electroquímica de metal-aire puede comprender una pluralidad de celdas, teniendo cada una un electrodo de combustible que sirve como un ánodo en el cual se oxide el combustible de metal, y un electrodo de reducción de oxidante que respira aire en el cual se reduce el oxígeno del aire del ambiente. El medio líquido iónicamente conductor en tales celdas puede comunicar iones oxidados/reducidos entre los electrodos.

20 En diversos medios líquidos iónicamente conductores, la evaporación, la electrólisis (por ejemplo, al descomponer agua en recarga) u otra pérdida de humedad del medio iónicamente conductor, puede ser perjudicial para la celda electroquímica. Por ejemplo, salinizar el medio iónicamente conductor puede tapar un electrodo oxidante de la celda electroquímica, reduciendo su desempeño o en casos extremos, da lugar a pérdida de funcionalidad. Tal salinización u otras fallas pueden ocurrir, por ejemplo, donde un lado de aire del electrodo oxidante, o una porción del mismo, es excesivamente seca. Adicionalmente, una disminución en el contenido de agua en el medio iónicamente conductor puede disminuir la capacidad de solvatación del medio, es decir, su capacidad para disolver solutos, o aumentar el porcentaje de concentración de solutos en el medio.

25 Por consiguiente, la divulgación en la presente solicitud intenta facilitar mantener el contenido de agua deseado en la celda electroquímica, además de controlar la humedad asociada con un electrodo oxidante de la misma que respira aire.

30 Mientras que el ejemplo principal de la presente divulgación involucra celdas electroquímicas que comprenden electrodos que respiran aire, no se pretende limitar de manera alguna. La invención puede ser empleada en cualquier celda electroquímica que comprende un medio líquido iónicamente conductor. Por ejemplo, en la técnica son conocidas baterías acuosas inundadas (por ejemplo, plomo-ácido, Ni-Cd) en una amplia gama de capacidades y tamaños. Con frecuencia, estas son celdas ventiladas que comprenden un conducto de ventilación o una válvula de liberación de presión baja para liberar oxígeno e hidrógeno gaseosos, formados al descomponerse el agua debido a electrólisis. La pérdida de electrolito (por ejemplo, por evaporación y/o electrólisis) debe ser reemplazada periódicamente a través de mantenimiento de rutina. Diversos medios para reabastecer las celdas con agua son conocidos en la técnica, incluyendo adición manual, adición manual por inyección de alta presión y sistemas de riego de baterías de un solo punto. Los sistemas de riego de batería de un solo punto comprenden un depósito o tanque de agua líquida conectado vía tubería a un montaje de válvula de agua asociado con cada celda electroquímica. Tales sistemas de riego de batería son bien conocidos en la técnica; por ejemplo, las publicaciones de solicitudes o patentes estadounidense Nos. 4,386,141; 5,284,176; 5,453,334; 6,164,309; 6,786,226; 7,040,431; 7,556,056; 2006/0281000 y 2011/0236730. Cada montaje de válvula puede comprender una válvula de control de nivel mecánico, comúnmente válvulas de flotación, para cerrar el flujo de agua una vez que es alcanzado el nivel de electrolito predeterminado. Con frecuencia, estas válvulas mecánicas pueden fallar o pegarse y el agua líquida fluye sin impedimento. Esto es especialmente problemático para celdas alcalinas acuosas (por ejemplo, Ni-Cd) debido a que la sal seca tapa con frecuencia las válvulas. Para evitar esto, en la técnica se conoce el desarrollo de válvulas que opera por medio de estallidos de alta presión. Sin embargo, tales sistemas de alta presión normalmente requieren tanto de energía como de confiabilidad a largo plazo de una bomba.

50 Por consiguiente, la divulgación de la presente solicitud proporciona un sistema de manejo de agua pasivo para mantener el contenido de agua en cualquier celda electroquímica que comprende un medio líquido iónicamente conductor sin la necesidad de bombas, depósitos de agua líquida y válvulas mecánicas de control de nivel.

Resumen

La invención y sus formas de realización se definen en las reivindicaciones adjuntas.

Otros aspectos de la presente invención serán evidentes a partir de la siguiente descripción detallada, los dibujos acompañantes y las reivindicaciones adjuntas.

Breve descripción de los dibujos

5 Las formas de realización de la invención se describirán ahora, sólo a manera de ejemplo, con referencia a los dibujos esquemáticos acompañantes en los cuales los símbolos de referencia correspondientes indican partes correspondientes, y en los cuales:

la figura 1 ilustra esquemáticamente una forma de realización de una celda electroquímica que tiene un electrodo de reducción oxidante sumergido, configurado para acoplarse con un sistema de manejo de agua;

10 la figura 2 ilustra esquemáticamente otra forma de realización de una celda electroquímica configurada para ser acoplada a un sistema de manejo de agua;

la figura 3 ilustra una forma de realización de un sistema de manejo de agua, el cual puede ser acoplado a celdas electroquímicas, tales como aquellas ilustradas en las Figuras 1 y 2; y

la figura 4 ilustra esquemáticamente un sistema de celda electroquímica que incluye una pluralidad de celdas electroquímicas acopladas por un sistema de manejo de agua común.

15 Descripción detallada

El sistema de manejo de agua de batería descrito en detalle a continuación es de acuerdo con una forma de realización, en donde la celda electroquímica comprende un electrodo oxidante que respira aire. De acuerdo con tal forma de realización, el sistema de manejo de agua proporciona ambas funciones de mantener el contenido de agua en la celda electroquímica y controlar la humedad asociada con el electrodo que respira aire. Sin embargo, puede apreciarse que un sistema relacionado puede ser empleado para celdas electroquímicas, las cuales no comprenden un electrodo que respira aire, en donde la función primaria es mantener el contenido de agua dentro de la celda electroquímica. De acuerdo con tal forma de realización, controlar la humedad de electrodo que respira aire se vuelve innecesario.

25 La figura 1 ilustra una vista esquemática en sección transversal de una forma de realización de una celda electroquímica 100. Como se muestra, los componentes de la celda electroquímica 100 pueden ser contenidos al menos parcialmente en un alojamiento asociado 110. La celda 100 utiliza un medio líquido iónicamente conductor que es contenido dentro del alojamiento 110, y es configurado para circular en el mismo para conducir iones dentro de la celda 100. Aunque a veces el medio iónicamente conductor puede ser generalmente estacionario dentro del alojamiento 110, tal como en una zona estancada u otra cantidad de medio iónicamente conductor, puede apreciarse que la celda 100 puede ser configurada para crear un flujo convectivo del medio iónicamente conductor. En algunas formas de realización, tal flujo puede ser generado a través de dirección controlada de burbujas generadas por procesos electroquímicos dentro de la celda, por un rociador, o por cualquier otro proceso generador de burbujas. En algunas formas de realización, el flujo puede ser generado por cualquier otro generador de flujo, incluyendo, pero no limitándose a una bomba. En algunas formas de realización, el calentamiento localizado provoca convección del líquido.

40 Diversas porciones de la celda electroquímica 100 pueden ser de cualquier estructura o composición adecuada, incluyendo, pero no limitándose a ser formadas a partir de plástico, metal, resina o combinaciones de los mismos. Por consiguiente, la celda 100 puede ser ensablada de cualquier manera, incluyendo ser formada a partir de una pluralidad de elementos, ser moldeada de manera integral, o así sucesivamente. En diversas formas de realización, la celda 100 y/o el alojamiento puede incluir elementos o arreglos a partir de una o más de las solicitudes de patente estadounidense números seriales 12/385,217, 12/385,489, 12/549,617, 12/631,484, 12/776,962, 12/885,268, 12/901,410, 13/028,496, 13/083,929, 13/167,930, 13/185,658, 13/230,549, 13/299,167, 13/362,775, 13/526,432, 13/531,962, 13/532,374, 13/566,948, y 13/668,180.

45 Mientras que la celda electroquímica 100 puede variar a través de formas de realización, la forma de realización ilustrada de la figura 1 muestra esquemáticamente en la sección transversal una cámara de celda 120 dentro del alojamiento 110. El medio iónicamente conductor puede ser masificado generalmente dentro de la cámara de celda 120, sin embargo, puede fluir dentro de la cámara de celda 120, o puede fluir a través de la cámara de celda 120 (por ejemplo, desde una celda electroquímica 100 a otra celda electroquímica 100, o desde un depósito a y desde la celda electroquímica 100). Un electrodo de combustible 130 de la celda 100 puede ser soportado en la cámara de celda 120 con el fin de ser contactado por el medio iónicamente conductor. En una forma de realización, el electrodo de combustible 130 es un electrodo de combustible de metal que funciona como un ánodo cuando la celda 100 opera en modo de descarga (es decir, generando electricidad), como se discute con más detalle más adelante. Como se muestra, en algunas formas de realización el electrodo de combustible 130 puede comprender una pluralidad de cuerpos de electrodo permeables 130a-130e. Aunque en la forma de realización ilustrada se usan cinco cuerpos de electrodo permeables 130a-130e, en otras formas de realización es posible cualquier número.

Cada cuerpo de electrodo permeable 130a-130e puede incluir una pantalla que es hecha de cualquier formación que sea capaz de capturar y retener, a través de electrodoposición, o de otra manera, partículas o iones de combustible de metal desde el medio iónicamente conductor que fluye a través o está presente de otra manera dentro de la cámara de celda 120. En una forma de realización, el cuerpo de electrodo 130a puede ser un cuerpo de electrodo terminal, configurado de manera que cuando se carga, el combustible de metal puede crecer generalmente en los cuerpos de electrodo 130a-130e en una dirección definida desde el cuerpo de electrodo 130a hacia el cuerpo de electrodo 130e. Aunque en la forma de realización ilustrada los cuerpos de electrodo permeable 130a-130e pueden tener diferentes tamaños de manera que puede usarse una configuración de andamio escalonado, como se describe por la solicitud de patente estadounidense serial No. 13/167,930, en otras formas de realización los cuerpos de electrodo permeable 130a-130e pueden tener substancialmente el mismo tamaño.

En algunas formas de realización, una pluralidad de separadores puede separar los cuerpos de electrodo permeable 130a-130e con el fin de crear carriles de flujo en el electrodo de combustible 130. Aunque en algunas formas de realización, la pluralidad de separadores puede ser conectada al alojamiento 110 de manera que el electrodo de combustible 130 puede ser sostenido en su lugar en relación al alojamiento 110, en otras formas de realización los separadores pueden ser moldeados entre los cuerpos de electrodo permeable 130a-130e, y potencialmente entre el electrodo de combustible 130 y el electrodo de carga 140, de manera que los cuerpos de electrodo permeable 130a-130e (y potencialmente el electrodo de carga 140) son parte de un módulo de electrodo combinado. Tal configuración es mostrada en la solicitud de patente estadounidense serial no. 12/901,410, publicada como la publicación de solicitud de patente estadounidense no. 2011/008627 8. En diversas formas de realización, los separadores pueden ser no conductores y electroquímicamente inertes de manera que son inactivos con respecto a las reacciones electroquímicas en la celda 100. En algunas formas de realización, los separadores pueden hacerse a partir de un material plástico adecuado, tal como polipropileno, polietileno, poliéster, norilo, ABS, fluoropolímero, epoxi o así sucesivamente. Los carriles de flujo en el electrodo de combustible pueden ser tridimensionales, y tienen una altura que es substancialmente igual a la altura de los separadores. Aunque generalmente los separadores serían orientados de manera vertical con el fin de crear carriles de flujo que son paralelos al electrodo de carga que genera las burbujas, en otras formas de realización, tales como, pero no limitadas a, donde se bloquea la parte superior del electrodo de combustible 130, como se describe más adelante, los separadores pueden ser orientados con el fin de crear carriles de flujo orientados a través de los cuerpos de electrodo permeable 130a-e. Se debería apreciar, sin embargo, que los separadores y/o carriles de flujo son opcionales, y pueden ser omitidos en algunas formas de realización.

En algunas formas de realización de la celda 100, tal como aquella ilustrada, un electrodo de carga 140 puede ser posicionado separado del electrodo de combustible 130, distal del cuerpo de electrodo terminal 130a (es decir, proximal al cuerpo de electrodo 130e). En algunas formas de realización, el electrodo de carga 140 puede ser una porción del electrodo de combustible 130 (incluyendo, por ejemplo, ser uno o más de los cuerpos de electrodo permeables 130b-130e). Como con el electrodo de combustible 130, el electrodo de carga 140 puede ser posicionado dentro de la cámara de celda 130, con el fin de estar en contacto con el medio iónicamente conductor. En la forma de realización ilustrada, el electrodo de carga 140 está en una configuración escalonada similar a los cuerpos de electrodo permeable 130a-e. Sin embargo, en otras formas de realización, el electrodo de carga 140 puede extenderse al menos tanto como el más largo de los cuerpos de electrodo permeable 130a-e, cuando esos cuerpos de electrodo 130a-e están en una configuración de andamio escalonado, o varían en tamaño de otra manera. Como se describe con mayor detalle más adelante, el electrodo de carga 140 puede ser configurado para participar en la oxidación de una especie oxidante oxidable, la cual está presente en el medio líquido iónicamente conductor, con el fin de promover la reducción de una especie de combustible de metal oxidado y crecimiento del combustible de metal en el electrodo de combustible 130 durante la carga de la celda 100. Por consiguiente, en algunas formas de realización, el electrodo de carga 140 puede ser caracterizado como un electrodo que desarrolla oxígeno, debido al burbujeo de oxígeno gaseoso desde el electrodo de carga 140 durante la carga de la celda electroquímica 100, como se describe con mayor detalle más adelante.

En la figura 1 se muestra además un electrodo de reducción de oxidante 150, el cual está separado del electrodo de combustible 130 y el electrodo de carga 140, distal del cuerpo de electrodo terminal 130a. Como se muestra, el electrodo de reducción de oxidante 150 puede ser sellado o ensamblado de otra manera en un módulo de electrodo de reducción de oxidante 160 que es sumergido en el medio iónicamente conductor en la cámara de celda 120. Al menos un canal de aire 165 se extiende hacia el módulo de electrodo de reducción de oxidante 160, con el fin de proporcionar aire u otro oxidante a un espacio de aire 170 que es formado entre un alojamiento del módulo de electrodo de reducción de oxidante 160 y el electrodo de reducción de oxidante 150. Puede apreciarse que el aire u otro oxidante en el espacio de aire 170 suministra oxidante al electrodo de reducción de oxidante 150. Detalles adicionales de tal configuración son descritos en la solicitud de patente estadounidense 13/531,962 intitulada "Immersible Gaseous Oxidant Cathode for Electrochemical Cell System" (Cátodo oxidante gaseoso sumergible para sistema de celda electroquímica). Puede apreciarse que el canal de aire 165 puede incluir una configuración tubular o similar, la cual puede facilitar suministrar oxidante al electrodo de reducción de oxidante 150, mientras que se permite que pase medio iónicamente conductor por módulo de electrodo de reducción de oxidante 160 (por ejemplo, a cualquier lado del canal de aire 165).

Aunque no se ilustra en la Figura 1, en algunas formas de realización el canal de aire 165 puede incluir una entrada de canal de aire separada y salida de canal de aire que se extiende hacia y fuera del espacio de aire 170 respectivamente, permitiendo que el canal de aire 165 forme parte de una trayectoria de flujo de aire a través del espacio de aire 170. La trayectoria de flujo de aire se describe en mayor detalle a continuación. Aunque la entrada de aire y salida de aire pueden compartir un alojamiento común que se extiende a través del medio iónicamente conductor hacia el módulo de electrodo de reducción de oxidante 160 en algunas formas de realización, en otras formas de realización el canal de aire 165 puede incluir un par de trayectorias de aire separadas que se extienden a través del medio iónicamente conductor en el módulo de electrodo de reducción de oxidante 160.

Como se muestra, en formas de realización que contienen el electrodo de carga 140 separado, el electrodo de carga 140 separado puede ser posicionado entre el electrodo de reducción de oxidante 150 y el electrodo de combustible 130. En formas de realización de la celda 100 que carecen del electrodo de carga separado 140, el electrodo de reducción de oxidante 150 puede ser utilizado tanto durante la carga como descarga de la celda 100 (es decir, como un ánodo durante la carga y como un cátodo durante la descarga).

Los componentes de la celda 100, incluyendo por ejemplo, el electrodo de combustible 130, los cuerpos de electrodo permeable 130a-e del mismo, el electrodo de carga separado 140 y el electrodo de reducción de oxidante 150 pueden ser de cualquier construcción o configuración adecuada, incluyendo por ejemplo, ser construidos de uno o más de níquel o aleaciones de níquel (incluyendo níquel-cobalto, níquel-Hierro, níquel-cobre (es decir, monel), o superaleaciones), cobre o aleaciones de cobre, latón, bronce, carbono, platino, plata, plata-paladio, o cualquier otro metal o aleación adecuada. En algunas formas de realización, uno o más componentes de la celda 100, tales como el electrodo de combustible 130, el electrodo de carga separado 140, y el electrodo de reducción de oxidante 150, pueden comprender un material altamente conductor que es galvanizado con un material más resistente a la degradación. Por ejemplo, en algunas formas de realización, uno o más componentes de la celda pueden comprender cobre que sea galvanizado con níquel, estaño, plata, oro o cualquier otro material químicamente compatible. Como se nota antes, en algunas formas de realización, el electrodo de combustible 130 puede ser formado a partir de pantallas de metal permeable (es decir, los cuerpos de electrodo permeable 130a-e), las cuales pueden ser configuradas para capturar, retener y proporcionar una plataforma de crecimiento para el combustible de metal. De igual manera, en algunas formas de realización, el electrodo de carga separado 140 puede ser de una configuración similar a uno de los cuerpos de electrodo permeable 130a-e. En otras formas de realización, el electrodo de carga 140 puede ser de otra configuración, la cual puede ser configurada para crear una diferencia potencial con el electrodo de combustible 130 con el fin de alentar el crecimiento de combustible sobre el electrodo de combustible durante la carga de la celda electroquímica 100. Como se discute con más detalle más adelante, el electrodo de carga 140 puede ser configurado para desarrollar burbujas de oxígeno gaseoso durante el proceso de carga, las cuales pueden elevarse hacia arriba en la celda 100 debido a su flotabilidad en el medio iónicamente conductor, lo cual puede impulsar el flujo convectivo del medio iónicamente conductor

Como el electrodo de combustible 130 y el electrodo de carga 140, el electrodo de reducción de oxidante 150 puede ser también de cualquier construcción o configuración apropiadas. Por ejemplo, el electrodo de reducción de oxidante 150 puede ser configurado de manera general para proporcionar reducción de oxígeno en la celda electroquímica 100, para crear una diferencia de potencial con el electrodo de combustible 130 durante la descarga de la celda 100. En una forma de realización, el electrodo de reducción de oxidante 150 puede contener una capa activa que tiene mallas o recubrimientos los cuales pueden ser caracterizados como "material o materiales activos" que facilitan las reacciones electroquímicas. Por consiguiente, en una forma de realización, el electrodo de reducción de oxidante 150 es posicionado en el alojamiento de celda 110, de manera que los materiales activos contactan el medio iónicamente conductor, de manera que los iones pueden ser conducidos a través, hacia y/o desde el electrodo de combustible 130. En algunas formas de realización, los materiales activos pueden ser formados mediante una mezcla de partículas o materiales de catalizador, matriz conductora y materiales hidrófugos, sinterizados para formar un material compuesto o estratificarse conjuntamente de otra manera. En varias formas de realización, los materiales activos pueden ser construidos de uno o más metales, tal como, pero no limitados a, aquellos listados antes. En algunas formas de realización, los materiales activos pueden incluir una película de catalizador, la cual en varias formas de realización puede formarse mediante técnicas que incluyan, pero no se limiten a aspersión térmica, aspersión de plasma, electrodeposición o cualquier otro método de recubrimiento de partículas.

Un colector de corriente puede encontrarse eléctricamente acoplado a los materiales activos, y dicho colector puede ser configurado para recibir electrones a partir de una carga para consumo por la reacción de reducción de oxidante cuando la celda 100 está en un modo de descarga. De igual manera, el colector de corriente puede ser configurado para recolectar electrones a partir de la reacción de oxidación en los materiales activos (es decir, si el electrodo de reducción de oxidante 150 sirve como el electrodo de carga) para entrega al suministro de energía PS, para participar en las reacciones electroquímicas en los materiales activos, cuando la celda 100 está en un modo de carga. El colector de corriente puede ser de cualquier construcción o configuración apropiada, que incluyen, pero no se limitan a ser una pantalla de metal, la cual puede tener aberturas en la misma. En varias formas de realización, el colector de corriente puede ser construido de metales o aleaciones, tales como pero no limitadas a aquellas descritas antes para la capa activa.

Adicionalmente incluido en el electrodo de reducción de oxidante 150 puede encontrarse uno o más materiales hidrófugos, los cuales pueden ser cualquier material que sea generalmente permeable a gas, pero impermeable a líquido, de manera que contenga el medio iónicamente conductor dentro del alojamiento de celda 110, o mantengan de otra manera un espacio de aire asociado con el electrodo de reducción de oxidante 150 (es decir, en el módulo de electrodo de reducción de oxidante 160). Aunque hidrófugo puede ser entendido en algunos contextos como "fóbico a agua", se debería apreciar que tal como se usa en el presente documento, hidrófugo implica que resiste la permeación de o repele el medio iónicamente conductor como un todo, y no necesariamente solo el agua en el medio iónicamente conductor. Como tales, los materiales hidrófugos también pueden ser considerados materiales higrofóbicos, o "fóbicos a líquido". El electrodo de reducción de oxidante 150 como un todo puede ser, por lo tanto, impermeable a líquido, aunque permeable a un oxidante gaseoso, de manera que el oxidante gaseoso puede contactar los materiales activos del electrodo de reducción de oxidante 150, con el fin de servir como el oxidante durante las reacciones electroquímicas que tienen lugar durante la descarga de la celda 100. En varias formas de realización, los materiales hidrófugos pueden ser de cualquier construcción o configuración adecuada que facilite soportar los materiales activos sobre os mismos, pueden ser generalmente permeables al oxidante gaseoso y pueden ser generalmente impermeables al medio iónicamente conductor.

En algunas formas de realización, el material o materiales hidrófugos sirven como un material de soporte para los materiales activos y/o el colector de corriente. Aunque los materiales hidrófugos pueden variar a través de las formas de realización, en algunas formas de realización los materiales hidrófugos pueden ser construidos de o incluir de otra manera un fluoropolímero. Como un ejemplo, en varias formas de realización, los materiales hidrófugos pueden comprender politetrafluoroetileno (también conocido como PTFE, o Teflon®), el cual en algunas formas de realización puede ser termo-mecánicamente expandido (también conocido como ePTFE, o Gore-Tex®). En otras formas de realización, los materiales hidrófugos pueden comprender etilen propileno fluorado (también conocido como FEP), un fluoropolímero, o cualquier otro aglutinante hidrófugo (por ejemplo, polipropileno y/o polietileno). En algunas formas de realización, los materiales hidrófugos pueden tener un tamaño de poro fino, tal como, pero no limitado a, uno en el orden de menos de 1 micrómetro, o en ejemplos más particulares, puede estar en el orden de aproximadamente 50 a 200 nanómetros. Puede apreciarse que en algunas formas de realización, los materiales hidrófugos pueden tener una resistencia a la tracción limitada a través del espesor del electrodo de reducción de oxidante 150. Por consiguiente, en algunas formas de realización, los materiales hidrófugos pueden ser reforzados por una capa de refuerzo permeable a oxidante, tal como la descrita en la solicitud de patente estadounidense 13/668,180, intitulada "External PTFE Layer Reinforcement for Oxidant Electrode" (Refuerzo de capa de PTFE externa para electrodo de oxidante).

El electrodo de combustible 130 puede comprender cualquier combustible adecuado. De manera específica, el material seleccionado como el combustible de metal puede ser químicamente reactivo con un medio iónicamente conductor compatible y ser más electro-positivo que un material activo en un electrodo opuesto (por ejemplo, oxígeno en un electrodo de oxidante en una celda de metal-aire). En una forma de realización, un respaldo del electrodo de combustible puede ser permeable a combustible en los estados de gas, líquido o vapor (por ejemplo, el combustible es hidrógeno, hidrocarburos, alcoholes). Por ejemplo, en una celda de combustible de H_2/O_2 alcalina, el agua es generada en el electrodo de combustible. Puede apreciarse que una porción de la humedad generada en el electrodo de combustible podría ser recirculada al electrodo de aire. En algunas de tales formas de realización, la humedad podría ser separada del combustible por medio de absorción con desecante en descarga, y durante un estado de reposo, el agua podría ser desorbida y alimentada al electrodo de aire. En celdas de combustible ácido, la corriente iónica por medio de protones se transporta desde el electrodo de combustible al electrodo de aire. Los protones son hidratados durante esto, provocando arrastre electro-osmótico lo que conduce a una falta de agua en el electrodo de combustible. Por consiguiente, la humedad podría ser recirculada desde la salida de electrodo de aire hasta la entrada de electrodo de combustible, usando un esquema similar al ejemplo de celda de combustible alcalino señalado antes.

En una forma de realización, el combustible usado en la celda 100 puede ser un metal, tal como hierro, zinc, aluminio, magnesio, manganeso, cadmio, plomo, germanio, sodio o litio. Por metal, este término quiere decir que abarca todos los elementos considerados como metales o semi-metales en la tabla periódica, incluyendo, pero no limitándose a metales alcalinos, metales alcalino-térreos, lantánidos, actínicos, metales post-transición y transición, ya sea en forma atómica, molecular (incluyendo hidruros de metal) o en forma de aleación cuando se recolectan en el cuerpo de electrodo. Sin embargo, la presente invención no pretende estar limitada a cualquier combustible específico, y pueden ser usados otros. En una forma de realización, el combustible puede ser provisto a la celda 100 como partículas suspendidas en el medio iónicamente conductor.

El medio iónicamente conductor puede ser una solución acuosa. Ejemplos de medios adecuados incluyen soluciones acuosas que comprenden ácido sulfúrico, ácido fosfórico, ácido tríflico, ácido nítrico, hidróxido de potasio, hidróxido de sodio, cloruro de sodio, nitrato de potasio o cloruro de litio. En una forma de realización, el medio iónicamente conductor puede comprender un disolvente orgánico, tal como carbonato de etileno, carbonato de dimetilo u otros disolventes orgánicos apropiados, por ejemplo. En algunas formas de realización, el medio iónicamente conductor es hidróxido de potasio acuoso. En una forma de realización, el medio iónicamente conductor puede comprender un electrolito. Por ejemplo, puede ser usada una solución de electrolito líquida convencional, o puede ser usado un líquido iónico de temperatura ambiente, como se menciona en la solicitud de patente

estadounidense no. 12/776,962. En algunas formas de realización, los aditivos pueden ser adicionados al medio iónicamente conductor, incluyendo, pero no limitándose a aditivos que mejoran el procedimiento de electrodepositación del combustible de metal en el electrodo de combustible 130, tal como se describe en la solicitud de patente estadounidense no. 13/028,496 y solicitud de patente estadounidense no. 13/526,432. Tales aditivos pueden reducir el crecimiento dendrítico suelto de partículas de combustible, y así la probabilidad de que tales partículas de combustible se separen del electrodo de combustible 130, por ejemplo. En algunas formas de realización, el medio iónicamente conductor puede comprender cualquier separador o membrana de intercambio iónico adecuado, tal como se describe en la solicitud de patente estadounidense no. 13/526,342.

En operación de la celda 100, el combustible puede ser oxidado en el electrodo de combustible 130 cuando el electrodo de combustible 130 está operando como un ánodo, y un oxidante, tal como oxígeno, Cl_2 , o cualquier otro oxidante apropiado, puede ser reducido en el electrodo de reducción de oxidante 150 cuando el electrodo de reducción de oxidante 150 está operando como un cátodo, lo cual es cuando la celda 110 está conectada a una carga y la celda 100 está en modo de generación de electricidad o descarga, como se discute en detalle más adelante. Las reacciones que ocurren durante el modo de descarga pueden generar precipitados de subproducto, por ejemplo, una especie de combustible reducible, en el medio iónicamente conductor. Por ejemplo, en forma de realizaciones donde el combustible es zinc, puede generarse óxido de zinc como una especie de combustible reducible/precipitado de subproducto. El zinc oxidado u otro metal también puede ser soportado por, oxidado con o solvatado en la solución de electrolito, sin formar un precipitado (por ejemplo, zincato puede ser una especie de combustible reducible, disuelta, restante en el combustible). Durante un modo de recarga, el cual es discutido en más detalle más adelante, la especie de combustible reducible, por ejemplo, óxido de zinc o iones de zincato, puede ser reversiblemente reducida y depositada como el combustible, por ejemplo, zinc, sobre al menos una porción del electrodo de combustible 130 que funciona como un cátodo. Al mismo tiempo, ya sea el electrodo de reducción de oxidante 150 o el electrodo de carga separado 140, y/u otra porción del electrodo de combustible 130 funcionan como el ánodo, y oxidan una especie de oxígeno oxidable (por ejemplo, iones OH^-), en el medio iónicamente conductor para emitir oxígeno gaseoso. En una forma de realización, la especie de oxígeno oxidable puede ser la especie oxidante reducida que fue creada en la celda 100 durante una descarga de la misma.

Aunque en algunas formas de realización, el oxidante puede ser entregado al electrodo de reducción de oxidante 150 por un sistema pasivo, el cual puede ser suficiente para permitir difusión o permeación de, por ejemplo, oxígeno del aire, hacia el electrodo de reducción de oxidante 150, en otras formas de realización pueden ser utilizadas diferentes fuentes del oxidante o mecanismos para llevar el oxidante al electrodo de reducción de oxidante. Por ejemplo, en una forma de realización, puede ser usada una bomba, tal como una bomba de aire AP, para entregar el oxidante al electrodo de reducción de oxidante 150 bajo presión. La bomba de aire AP puede ser de cualquier construcción o configuración, incluyendo, pero no limitándose a ser un ventilador u otro dispositivo de movimiento de aire configurado para producir un flujo constante o pulsado de aire u otro oxidante. La fuente de oxidante puede ser una fuente contenida de oxidante. En una forma de realización, el oxígeno puede ser reciclado del módulo de celda electroquímica 100, tal como se describe en la solicitud de patente estadounidense 12/549,617. De igual manera, cuando el oxidante es oxígeno del aire ambiente, la fuente de oxidante puede ser considerada ampliamente como el mecanismo de entrega, si es pasivo o activo (por ejemplo, bombas, sopladores, etc.), por lo cual se permite al aire fluir al electrodo de reducción de oxidante 150. Así, el término "fuente de oxidante" pretende abarcar tanto oxidantes contenidos y/o arreglos para entregar de manera pasiva o activa oxígeno del aire ambiente al electrodo de reducción de oxidante 150. En otras formas de realización, las especies reducidas en el cátodo pueden ser almacenadas completamente dentro de la celda electroquímica (por ejemplo, en celdas de plomo-ácido o Ni-Cd).

En diversas formas de realización, los cuerpos de electrodo permeable 130a-e, el electrodo de carga separada 140, y el electrodo de reducción de oxidante 150 puede ser conectado por un sistema interruptor que puede ser configurado para conectar la celda 100 a un suministro de energía PS, una carga u otras celdas 100 en serie. Durante la descarga, el electrodo de combustible 130 es conectado a la carga, y opera como un ánodo de manera que los electrodos emitidos por el combustible de metal, a medida que el combustible es oxidado en el electrodo de combustible 130, fluye a la carga externa. El electrodo de reducción de oxidante 150 funciona como el cátodo durante la descarga, y es configurado para recibir electrones de la carga externa y reducir un oxidante que contacta el electrodo de reducción de oxidante 150, específicamente oxígeno en el aire circundante a la celda 100, y el oxígeno es alimentado en la celda 100, o el oxígeno es reciclado de la celda 100.

La operación del sistema interruptor puede variar a través de las formas de realización, y en algunas formas de realización, la operación puede ser similar a aquellas descritas en la solicitud de patente estadounidense serial no. 13/299,167. Como otro ejemplo, en una forma de realización, la carga externa puede ser acoplada a algunos cuerpos de electrodo permeable 130a-130e en paralelo, como se describe en detalle en la solicitud de patente estadounidense serial no. 12/385,489. En otras formas de realización, la carga externa puede ser acoplada solamente al cuerpo de electrodo permeable terminal 130a, distal del electrodo de reducción de oxidante 150, de manera que el consumo de combustible puede ocurrir en serie desde entre cada uno de los cuerpos de electrodo permeable 130a-130e. En algunas formas de realización, la celda 100 puede ser configurada del modo de carga/descarga de interruptor, como se describe en la solicitud de patente estadounidense serial no. 12/885,268, presentada el 17 de septiembre de 2010, previamente incorporado por referencia antes.

En algunas formas de realización, uno o más de los cuerpos de electrodo 130a-c, el electrodo de reducción de oxidante 150 y/o el electrodo de carga 140 puede ser interconectado por el sistema interruptor, o cualquier otro circuito, con el fin de facilitar selectivamente el control de la carga y descarga de la celda 100. Los interruptores asociados con el sistema interruptor pueden ser controlados por un controlador, el cual puede ser de cualquier construcción y configuración adecuada, incluyendo, pero no limitándose a, en algunas formas de realización, conformarse generalmente a aquéllos descritos en las solicitudes estadounidenses serials números 13/083,929, 13/230,549 y 13/299,167. En varias formas de realización, el control de los interruptores del sistema interruptor puede determinarse con base a una selección de usuario, una lectura de sensor, o mediante cualquier otra entrada. En algunas formas de realización, el controlador también puede funcionar para manejar la conectividad entre la carga y la fuente de energía PS y una pluralidad de las celdas 100. En algunas forma de realizaciones, el controlador puede incluir lógica o circuitos apropiados para accionar los interruptores de derivación asociados con cada celda 100 en respuesta a detectar un voltaje que alcanza un umbral predeterminado (tal como caída por debajo de un umbral predeterminado).

Como se ilustra en la Figura 1, el medio iónicamente conductor puede ser llenado a un nivel L dentro de la cámara de celda 120. Como se describe con mayor detalle más adelante, una entrada de retorno 180 puede facilitar la adición de medio iónicamente conductor, o un componente del mismo (por ejemplo, agua) en la cámara de celda 120, la cual puede elevar el nivel L del medio iónicamente conductor. Aunque la vista de sección transversal de la Figura 1 obscurece la presencia de tal trayectoria, puede apreciarse que la entrada de retorno 180, como el canal de aire 165, puede ser de una configuración tubular, configurada de manera que no bloquea las trayectorias de flujo deseadas (si las hay) del medio iónicamente conductor. Otras configuraciones de la entrada de retorno 180 también son posibles y pueden estar presentes en diversas formas de realización. Por ejemplo, en algunas formas de realización, la entrada de retorno 180 puede ser al menos parcialmente moldeada en el alojamiento de celda 110. Como se describe con mayor detalle más adelante, en una forma de realización al menos una porción de la entrada de retorno 180 puede configurarse para extenderse hacia el medio iónicamente conductor (por ejemplo, en la cámara de celda 120), y puede ayudar a establecer el nivel L del medio iónicamente conductor. Como se muestra en la Figura 1, un sistema de manejo de agua WMS puede ser acoplado entre el canal de aire 165 y la entrada de retorno 180, y puede configurarse para manejar niveles de humedad dentro del espacio de aire 170, así como recapturar la humedad como agua, dirigiendo el agua a la entrada de retorno 180 para reabastecer el medio iónicamente conductor en la cámara de celda 120. El sistema de manejo de agua WMS es una característica de la presente descripción y se describe en mayor detalle más adelante.

Aunque en la forma de realización ilustrada de la Figura 1, el alojamiento de celda 110 es configurado de manera que el electrodo de reducción de oxidante 150 es sumergido con el módulo de electrodo de reducción de oxidante 160 en la cámara de celda 120, puede apreciarse que, en varias formas de realización, también son posibles otras configuraciones o arreglos de la celda 100. Por ejemplo, en la Figura 2, se presenta otra forma de realización de la celda 1000 (específicamente, celda 100*), por lo cual un electrodo de reducción de oxidante 150* define una pared límite para la cámara de celda 120, y es sellada a una porción de un alojamiento 110*, con el fin de prevenir filtraciones de medio iónicamente conductor entre ellas. Aunque tal configuración tiene inconvenientes de que una falla del electrodo de reducción de oxidante 150* daría lugar a una fuga del medio iónicamente conductor fuera de la celda 100*, en algunas de esas formas de realización un flujo de medio iónicamente conductor en la cámara de celda 120 puede estar en una dirección hacia arriba y lejos del electrodo de reducción de oxidante 150*, a través de la parte superior del electrodo de combustible 130. A pesar de las desventajas de celdas electroquímicas 100* que tienen una configuración de pared límite del electrodo de reducción de oxidante 15*, puede apreciarse que pueden existir tales configuraciones de celdas electroquímicas 100*, y pueden ser retroequipadas para engranar el sistema de manejo de agua WMS.

Como se muestra en la Figura 2, en una forma de realización tal retroequipamiento de la celda electroquímica 100* puede incluir rodear el lado enfrentado al aire del electrodo de reducción de oxidante 150* por una cámara de aire externo 190. Mientras que en la forma de realización ilustrada la cámara de aire externa 190 es sellada para el alojamiento de celda 110*, en otras formas de realización la cámara de aire externo 190 puede sellarse para el electrodo de reducción de oxidante 150*, o puede ser configuradas generalmente para rodear de manera general la celda electroquímica 100*. Otras configuraciones también son posibles. Puede apreciarse además que mientras que la cámara de aire externo 190 puede sellarse a porciones de la celda electroquímica 100* en algunas formas de realización, en otras formas de realización, la cámara de aire externa 190 puede, de manera más simple, colindar con la celda electroquímica 100*, o más libremente ser asegurada a la celda electroquímica 100*. En la forma de realización ilustrada, la cámara de aire externa 190 forma un espacio de aire 170 entre el electrodo de reducción de oxidante 1500 y las paredes de la cámara de aire externo 190. De manera similar a la forma de realización que se extiende desde el modulo de electrodo de reducción de oxidante 160 de Figura 1, un canal de aire 165 puede extenderse desde la cámara de aire externa 190, con el fin de formar una trayectoria para que el aire fluya entre el espacio de aire 170 y el sistema de manejo de agua WMS.

La Figura 3 ilustra esquemáticamente una forma de realización de un sistema de manejo de agua 200. Puede apreciarse que el sistema de manejo de agua 200 puede ser utilizado como el manejo de agua WMS en las formas de realización de las Figuras 1 y 2. La Figura 3 también ilustra de manera general una representación de la celda electroquímica 100. Como se muestra, el alojamiento de celda 110 define una cámara de celda 120 que contiene

una cantidad de medio iónicamente conductor llenado al nivel L. El electrodo de combustible 130 y el electrodo de carga separado 140 son sumergidos en el medio iónicamente conductor. El electrodo de reducción de oxidante 150 también es sumergido en el medio iónicamente conductor, sellado al módulo de electrodo de reducción de oxidante 160 para mantener el espacio de aire 170 en el mismo. Como se muestra en la Figura 3, el canal de aire 165 incluye una entrada de canal de aire 210 y una salida de canal de aire 220. Como tal, puede ser recibido un flujo de aire que comprende un oxidante desde una fuente externa (por ejemplo, aire ambiente, o una fuente de oxidante contenida), y puede ser alimentado en el espacio de aire 170 a través de la entrada de canal de aire 210, antes de que fluya fuera de la salida de canal de aire 220, como se discute con mayor detalle más adelante. Mientras que la entrada de canal de aire y la salida de canal de aire son mostradas como separadas de manera diferente en relación al electrodo de reducción de oxidante 150 en la vista esquemática de la Figura 3, puede apreciarse que tal ilustración puede mostrar simple a esquemáticamente el movimiento del flujo, y la entrada de canal de aire 210 y la entrada de canal de aire 220 pueden estar alineadas una con otra en un plano paralelo a aquél del electrodo de reducción de oxidante 150 en algunas formas de realización.

El sistema de manejo de agua 200 de la Figura 3 puede discutirse en términos de los flujos de aire en el mismo. En formas de realización donde otra fase de gas transporta el agua o un contenido de humedad, puede entenderse que el flujo puede ser de la otra fase gaseosa. Como se muestra, una entrada de aire 230 puede recibir aire desde fuera de la celda electroquímica 100 y el sistema de manejo de agua 200. Mientras que en algunas formas de realización el aire puede ser del aire ambiente en la atmósfera afuera del sistema de manejo de agua 200, en otras formas de realización el aire puede ser de una fuente de oxidante contenido (por ejemplo, un tanque de oxígeno puro o una mezcla de oxígeno). En algunas formas de realización, tal como se ilustra cuando el aire es de la atmósfera circundante, la entrada de aire 230 puede incluir un filtro de aire u otra estructura de filtración configurada para retirar partículas u otros contaminantes del aire. Sin embargo, tal filtro es opcional, y puede estar ausente en algunas formas de realización. Como se muestra, el sistema de manejo de agua 200 puede incluir un ventilador 240 u otro generador de flujo de aire posicionado para generar un flujo del aire desde la entrada de aire 230 a la entrada de canal de aire 210 del canal de aire 165 asociado con el electrodo de reducción de oxidante 150.

Puede apreciarse que el aire que entra a la entrada de aire 230 puede ser generalmente seco en relación con el aire dentro del espacio de aire 170. Esto puede deberse a que el electrodo de reducción de oxidante 150, sumergido en, y en contacto con, el medio iónicamente conductor en la cámara de celda 120, puede ser un tanto poroso. Aunque recubrimientos hidrofóbicos u otros mecanismos pueden intentar prevenir que el medio iónicamente conductor permee el electrodo de reducción de oxidante 150, puede apreciarse que el agua (por ejemplo, vapor de agua) todavía puede pasar lentamente del medio iónicamente conductor a través del electrodo de reducción de oxidante 150, aumentando la humedad del aire en el espacio de aire 170. Específicamente, las fuerzas osmóticas pueden provocar que el agua permee a través de un medio iónicamente conductor que contacta el lado del electrodo de reducción de oxidante 150 a un lado de aire del electrodo de reducción de oxidante. Tal permeación puede ocurrir más comúnmente cuando la humedad relativa en el espacio de aire es baja (es decir, aproximadamente 10%).

Después de atravesar el espacio de aire 170, y aumentar en humedad del contenido de humedad en el mismo, el flujo de aire puede salir del módulo de electrodo de reducción de oxidante 160 por la salida de canal de aire 220. Aunque puede variar la humedad relativa del flujo de aire más allá de la salida de canal de aire 220, en algunas formas de realización la humedad relativa que sale del espacio de aire 170 puede ser aproximadamente 70%. Puede apreciarse que una porción del flujo de aire puede redireccionarse hacia la entrada de aire 230 por medio de un recirculador de aire 250. El recirculador de aire 250 conecta la salida de canal de aire 220 de vuelta a la entrada de canal de aire 210, tal como en un punto corriente arriba del ventilador 240. Mientras que en la forma de realización ilustrada el recirculador de aire 250 puede dirigir la porción del flujo de aire entre la entrada de aire 230 y el ventilador 240, de manera que algo del aire húmedo se mezcla con el aire relativamente más seco que entra a la entrada de aire 230, otras configuraciones son alternativamente posibles. En algunas formas de realización, el recirculador de aire 250 puede configurarse para aumentar la humedad relativa del aire ambiente que entra a la entrada de aire 230 a aproximadamente 30%, por ejemplo, mezclando una porción del aire húmedo (por ejemplo, a aproximadamente 70%) con el aire relativamente seco (por ejemplo, aire ambiente a aproximadamente 10%). Como tal, el aire que continúa a través de la entrada de canal de aire 210 en el espacio de aire 170 tendría alguna humedad en el mismo que es mayor que el aire ambiente más seco fuera de la celda electroquímica 100 y el sistema de manejo de agua 200.

Puede apreciarse que la recirculación de algo de la humedad del espacio de aire 170 puede ser benéfica al desempeño y duración del electrodo de reducción de oxidante 150. Por ejemplo, la recirculación puede impedir que el aire en el espacio de aire 170, especialmente en la entrada de canal de aire 210, se vuelva demasiado seco. Aire excesivamente seco en el lado de aire del electrodo de reducción de oxidante 150 puede aumentar una velocidad a la cual el agua del medio iónicamente conductor sucumbe a fuerzas osmóticas y escapa a través del electrodo de reducción de oxidante 150 hacia el espacio de aire 170. Conforme más agua escapa, aumenta la concentración del medio iónicamente conductor en el electrodo de reducción de oxidante 150. La concentración incrementada puede aumentar adicionalmente la presión osmótica en el electrodo de reducción de oxidante 150, ya que el medio iónicamente conductor menos concentrado desde la cámara de celda 120 puede tratar de diluir la mayor concentración en el electrodo de reducción de oxidante 150. Con tal presión osmótica, el electrodo de reducción de oxidante 150 puede ser más susceptible a degradación estructural incluyendo formación de ampollas, deslaminado o

incluso ruptura, lo cual puede provocar pérdida de contacto eléctrico y/o una fuga del medio iónicamente conductor que podría llenar el espacio de aire 170 y hacer a la celda electroquímica 100 parcial o completamente inoperante.

5 El resto del aire húmedo que sale de la salida de canal de aire 220 puede pasar a través de una válvula selectivamente cerrable 260 hacia una unidad desecante 270, descrita en mayor detalle más adelante. En una forma de realización, la válvula 260 puede ubicarse en cualquier parte en la trayectoria de flujo de aire más allá de donde el flujo de aire se ramifica al recirculador de aire 250 y en algunas formas de realización la válvula 260 puede ubicarse dentro de la unidad desecante 270. Además, la válvula 260 puede ser de cualquier construcción o configuración apropiadas, y en algunas formas de realización puede comprender una válvula de retención o una válvula de lengüeta, y puede simplemente configurarse para prevenir retroflujo no deseado. La operación de algunas formas de realización de la válvula 260 (por ejemplo, cuando es abierta y cerrada selectivamente) se discute con mayor detalle más adelante.

15 La unidad desecante 270 también puede ser de cualquier construcción o configuración apropiadas, y es configurada para capturar y liberar selectivamente el agua a partir del aire húmedo que ha pasado a través de la válvula 260. En algunas formas de realización, la unidad desecante 270 comprende una cámara que tiene un desecante en la misma. Mientras que en una forma de realización la unidad desecante 270 comprende gel de sílice, otras sustancias higroscópicas pueden ser utilizadas alternativamente para absorber agua del aire húmedo. Por ejemplo en algunas formas de realización, la unidad desecante 270 puede comprender carbón activado, óxido de aluminio, sulfato de calcio, cloruro de calcio, arcilla de montmorillonita y/o un tamiz molecular. Pueden ser utilizadas de manera adicional o alternativa otras construcciones o configuraciones que tienen propiedades de adsorción exotérmica de agua y desorción endotérmica de agua. Adicionalmente, pueden ser utilizados de manera alternativa otros mecanismos para aislar humedad del aire en la unidad desecante. Como un ejemplo no limitante, la unidad desecante puede comprender un destilador solar, configurado para condensar y aislar agua desde el aire en el mismo. Además, en algunas formas de realización podría emplearse una unidad condensador pasiva o activamente enfriada. Por ejemplo, el enfriamiento activo podría ser realizado por un elemento de Peltier/termoelectrónico. En formas de realización donde la unidad desecante 270 es configurada para absorber y almacenar el agua del aire húmedo en un desecante, puede apreciarse que el agua puede ser liberada de manera selectiva al calentar el desecante. Como tal, en la forma de realización ilustrada, la unidad desecante 270 comprende un calentador 275, el cual puede ser selectivamente activado para calentar el desecante. Mientras que en la vista esquemática de la Figura 3 no muestra cómo el agua/vapor calentado y liberado pudiera fluir fuera de la unidad desecante 270, puede apreciarse que es posible una variedad de configuraciones a través de las formas de realización, lo cual puede permitir que el agua entre a una trayectoria de efusión 280. Por ejemplo, la unidad de secante 270 puede configurarse con una base angular la cual conduce a la trayectoria de efusión 280. Como otro ejemplo, el calentador 275 puede configurarse para calentar el agua suficiente para convertir el agua en vapor y dirigir el vapor a la trayectoria de efusión 280.

35 Como se muestra en la Figura 3, una válvula de selector 290 puede configurarse para conectar de manera selectiva la trayectoria de efusión 280 a una salida de aire 300 o a un conducto de retorno 310 que se extiende a la entrada de retorno 180 de la celda electroquímica 100. Puede apreciarse que la válvula de selector 290 de la forma de realización ilustrada es meramente ejemplar, y una pluralidad de válvulas y trayectorias que acoplan selectivamente la unidad desecante 270 a la salida de aire 300 y la entrada de retorno 180 puede utilizarse en otras formas de realización. En algunas formas de realización, la válvula de selector 290 puede ser posicionada normalmente para cerrar el conductor de retorno 310 para impedir la evaporación de agua desde el medio iónicamente conductor de celda a través de la misma. La válvula de selector 290 también puede ser posicionada para abrir el conducto de retorno 310 y cerrar opcionalmente la salida de aire 300, cuando la unidad desecante 270 está siendo usada para liberar agua para retornar al medio iónicamente conductor. En algunas formas de realización, la válvula de selector 290 puede configurarse para conectar la salida de aire 300 a la entrada de retorno 180, lo cual puede facilitar la utilización de la salida de aire 300 como una entrada de líquido externo, de manera que un técnico pueda utilizar la salida de aire 300 para vaciar el medio iónicamente conductor en la cámara de celda 120, o vaciar agua adicional con el fin de diluir una concentración de medio iónicamente conductor y/o ajustar el nivel de electrolito deseado.

50 Cuando la válvula selector 290 es abierta entre la trayectoria de efusión 280 y el conducto de retorno 310, puede apreciarse un mecanismo para determinar cuándo ha cesado un flujo de agua de la unidad desecante 270 a través del conducto de retorno 310. Como se discute con mayor detalle más adelante, cuando se facilita la liberación de agua mediante operación del calentador 275, saber cuando ha cesado un flujo de agua puede permitir que el sistema de manejo de agua 200 determine que la operación del calentador 275 debería ser terminada. Aunque el mecanismo para determinar el cese de flujo de agua puede variar a través de formas de realización, en la forma de realización ilustrada un termopar 320 puede ser posicionado en el conducto de retorno 310 con el fin de contactar agua o vapor que fluye a través del conducto de retorno 310. Son posibles otros diversos arreglos del termopar 320; por ejemplo, el termopar puede ser situado dentro de la unidad desecante 270. En algunas formas de realización, puede ser adecuada una pluralidad de termopares. En la forma de realización ilustrada, el termopar 320 puede detectar la temperatura incrementada del agua, calentada por el calentador 275, sobre una temperatura de línea de base de aire ambiente dentro del conducto de retorno 310. Cuando el agua ya no fluye más a través del termopar 320, el termopar puede detectar la disminución en temperatura y apagar el calentador 275 en respuesta. En formas de realización donde el calentador 275 es configurado para convertir el agua en vapor en la unidad desecante 270,

puede apreciarse que el vapor puede tener de igual manera una mayor temperatura medible que el aire seco, y así el termopar 320 puede operar en una manera similar apagando el calentador 275 cuando la temperatura cae, indicando que el agua ya no está siendo dirigida nuevamente a la cámara de celda 120. Como se describe con más detalle más adelante, el termopar 320 también puede ser acoplado a un control para la válvula selectora 290, y puede configurarse para modificar una configuración de la válvula selectora 290 una vez que el agua deja de fluir, operando conjuntamente el calentador 275.

Puede apreciarse que la operación de la celda electroquímica 100 puede modificar la operación del sistema de manejo de agua 200. Específicamente, el sistema de manejo de agua 200 puede operar de manera diferente cuando la celda electroquímica 100 está en un modo de descarga que cuando la celda electroquímica 100 está en un modo de recarga. Por ejemplo, en una forma de realización cuando la celda electroquímica 100 es configurada para descarga, puede formarse una diferencia de potencial entre el electrodo de combustible 130 y el electrodo de oxidante 150, de manera que el combustible de metal sobre el electrodo de combustible 130 está siendo oxidado, mientras que un oxidante (por ejemplo, el oxígeno en el aire siendo recibido en la entrada de aire 230) está siendo reducido en el electrodo de reducción de oxidante 150. A medida que la humedad está siendo transferida hacia el flujo de aire que pasa a través del espacio de aire 170, la válvula 260 puede abrirse de manera que el flujo de aire que sale de la salida de canal de aire 220 puede entrar a la unidad desecante 270. Como se ha anotado antes, puede apreciarse que algo del aire húmedo sería recirculado por el recirculador de aire 250. En algunas formas de realización, el recirculador de aire 250 comprende una válvula ajustable. Por ejemplo, una válvula de recirculador de aire puede ser ajustada dependiendo del clima local (por ejemplo, humedad relativa) o cualquier otra medida adecuada. En algunas formas de realización, puede apreciarse que la válvula selectora 290 pueda abrirse a la atmósfera (por ejemplo, la trayectoria de efusión 280 es abierta a la salida de aire 300, de manera que la humedad está siendo absorbida desde el aire húmedo en la unidad desecante 270, el aire seco puede ventilarse a la atmósfera. La unidad desecante 270 puede absorber, por lo tanto, humedad originalmente del medio iónicamente conductor que escaparía de otra manera a la atmósfera a través del electrodo de reducción de oxidante 150, provocando evaporación, y así concentración incrementada, del medio iónicamente conductor.

Cuando la celda electroquímica 100 está en un modo de recarga, los iones de oxígeno pueden ser oxidados para emitir oxígeno gaseoso del electrodo de carga separado 140 y/o una porción del electrodo de combustible 130, mientras que los iones de combustible pueden ser reducidos al menos en otra porción del electrodo de combustible 130, para galvanizar combustible de metal sobre al menos otra porción del electrodo de combustible 130. En una forma de realización, durante el modo de recarga, la válvula 260 puede cerrarse (puesto que en el electrodo de reducción de oxidante 150 puede estar inactivo), y el calentador 275 puede calentar la unidad desecante 270 para liberar agua del mismo. Puede apreciarse que cerrando la válvula 260, puede impedirse que el agua de la unidad desecante 270 sea liberada (por ejemplo, como vapor) fuera del recirculador de aire 250 y/o la entrada de aire 230. Por consiguiente, durante el calentamiento por el calentador 275, la válvula selectora 290 puede cerrarse a la atmósfera (y la salida de aire 300), y en su lugar puede abrirse entre la trayectoria de efusión 280 y el conducto de retorno 310. Como tal, el agua calentada puede dirigirse a través del conducto de retorno 310 a la entrada de retorno 180, condensándose sobre la superficie del medio iónicamente conductor, o recombinándose de otra manera con el medio iónicamente conductor. Como se ha indicado antes, cuando el agua calentada (por ejemplo, vapor) deja de pasar por el conducto de retorno 310, como es valorado por el termopar 320, puede entenderse que ha sido liberada nuevamente la humedad absorbida en la unidad desecante 270 hacia el medio iónicamente conductor, y el calentador 275 puede ser desactivado.

En algunas formas de realización, múltiples celdas electroquímicas pueden compartir un sistema de manejo de agua común. Puede apreciarse que tal sistema de manejo de agua puede ser configurado con el fin de asegurar que cada una de las celdas electroquímicas asociadas con este mantiene cantidades deseadas de medio iónicamente conductor en ellas. Por ejemplo, la Figura 4 ilustra esquemáticamente un sistema de manejo de agua 330 configurado para usarse tanto con la celda electroquímica 100a como con la celda electroquímica 100b. Como se discute más adelante, puede apreciarse que las celdas electroquímicas adicionales 100 pueden utilizarse en otras formas de realización. Además, otras celdas electroquímicas (por ejemplo, celdas electroquímicas 100*) puede ser utilizadas de manera adicional o alternativa en otras formas de realización. Puede apreciarse que los componentes del sistema de manejo de agua 330 pueden ser generalmente similares a aquellos utilizados en el sistema de manejo de agua 200, y como tal, los elementos similares pueden ser etiquetados de manera similar. Por ejemplo, como se discute con más detalle más adelante, puede apreciarse que la entrada de aire 230, el ventilador 240, la válvula 260, la unidad desecante 270, el calentador 275, y el termopar 320, pueden realizar funciones similares y ser de configuraciones similares a las discutidas antes en sistema de manejo de agua 200.

En la forma de realización ilustrada, tanto la celda electroquímica 100a, como la celda electroquímica 100b son configuradas con electrodos de combustible 130, y electrodos de carga 140 sumergidos en medio iónicamente conductor en cámaras de celda 120, que son definidas por alojamientos de celda 110. Para diferencial las cámaras de celda 120, la cámara de celda 120a es asociada con la celda electroquímica 100a, mientras que la cámara de celda 120b es asociada con la celda electroquímica 100b. Como se muestra adicionalmente, los electrodos de reducción de oxidante 150 son sumergidos en el medio iónicamente conductor, y son sellados a módulos de electrodo de reducción de oxidante 160, los cuales son configurados para mantener espacios de aire 170 en los mismos. Para diferencial los espacios de aire 170, el espacio de aire 170a es encontrado en la celda electroquímica

100a, mientras que el espacio de aire 170b es encontrado en la celda electroquímica 100b. Además, los espacios de aire 170a y 170b son asociados con canales de aire 165a y 165b que se extienden hacia, y fuera de, celdas electroquímicas 100a y 100b, respectivamente.

5 De manera similar al sistema de manejo de agua 200, el sistema de manejo de agua 330 puede configurarse para recibir aire que comprende un oxidante por la entrada de aire 230. Un flujo de aire puede generarse por el ventilador 240, el cual puede ser dirigido a cada una de las celdas electroquímicas 100a-b. Como se muestra en la Figura 4, en una forma de realización el flujo de aire puede ser distribuido por un colector de aire de entrada 340. Mientras que el colector de aire de entrada esquemáticamente ilustrado 340 es configurado para distribuir los flujos de aire a las entradas de canal de aire 210a y 210b de los canales de aire 165a y 165b respectivamente, en otras formas de realización las celdas adicionales también pueden recibir influjos de aire desde el colector de aire de entrada 340. Después de pasar a través de las entradas de canal de aire 210a y 210b, los flujos de aire pueden absorber humedad en los espacios de aire 170a y 170b, y salir de los módulos de electrodo de oxidante sumergidos 160 por las salidas de canal de aire 220a y 220b, respectivamente. Como se muestra, en una forma de realización los flujos de aire del aire húmedo pueden recombinarse en un colector de aire de salida 350 del sistema de manejo de agua 330. Mientras que el colector de aire de salida 350 de la forma de realización ilustrada se acopla a las celdas electroquímicas 100a y 100b, las celdas electroquímicas adicionales 100 (u otras configuraciones de celdas electroquímicas) pueden ser acopladas de manera adicional o alternativa al colector de aire de salida 350 en otras formas de realización.

20 En algunas formas de realización, tal como la ilustrada en la Figura 4, el recirculador de aire 250 puede ser una línea separada que se extiende desde el colector de aire de salida 350. Puede apreciarse que tal configuración puede disminuir un crecimiento de presión asociado con los flujos de aire. Nuevamente, el recirculador de aire 250 puede dirigir algo del aire húmedo de vuelta hacia la entrada de aire 230, con el fin de impedir que el aire en los espacios de aire 170a y 170b se vuelva excesivamente seco. Un canal de aire húmedo principal 360 puede extenderse, por lo tanto, entre el colector de aire de salida 350 y la unidad desecante 270, y puede facilitar la captura de la humedad desde el aire húmedo recibido desde el colector de aire de salida 350 por la unidad desecante 270. Como se muestra, la válvula 260 que impide los retroflujos de vapor cuando el calentador 275 está calentando la unidad desecante 270, puede ubicarse en el canal de aire húmedo principal 360 en algunas formas de realización.

30 En la forma de realización ilustrada del sistema de manejo de agua 330, trayectorias de flujo se separan de la unidad desecante 270, en lugar de la válvula selectora 290 asociada con la trayectoria de efusión común 280 (como se encuentra en la forma de realización del sistema de manejo de agua 200). De manera específica, una trayectoria de efusión de aire 370, que tiene una válvula de efusión de aire asociada 380, puede facilitar la liberación selectiva de aire seco/gastado (por ejemplo, cuando la celda electroquímica está operando en un modo de descarga). Adicionalmente, el conducto de retorno 310 se extiende directamente desde la unidad desecante 270 a un colector de distribución de vapor 390. Como se muestra, el colector de distribución de vapor 390 puede acoplarse a las entradas de retorno 180 (de manera individual, la entrada de retorno 180a asociada con la celda electroquímica 100a, y la entrada de retorno 180b asociada con la celda electroquímica 100b), para facilitar el retorno del agua capturada de vuelta a las cámaras de celda 120a y 120b, respectivamente. Mientras que el colector de distribución de vapor 390 de la forma de realización ilustrada se acopla a las celdas electroquímicas 100a y 100b, celdas electroquímicas adicionales 100 (u otras configuraciones de celdas electroquímicas) pueden ser acopladas de manera adicional o alternativa al colector de distribución de vapor 390 en otras formas de realización. Adicionalmente, aunque la trayectoria de flujo entre el colector de distribución de vapor 390 y la entrada de retorno 180a de la celda electroquímica 100a es mostrada como una ruta tortuosa entre las celdas electroquímicas 100a y 100b, puede apreciarse que esto es una representación esquemática para simplificar la conexión ilustrada, y no pretende ser limitante en manera alguna.

45 De manera similar al sistema de manejo de agua 200, puede apreciarse que en algunas formas de realización, el sistema de manejo de agua 330 puede configurarse para variar en operación dependiendo de si las celdas electroquímicas 100 están en modo de carga o modo de descarga. En algunas formas de realización, las celdas electroquímicas 100 pueden configurarse para estar cada una en un modo de carga al mismo tiempo, de manera que el sistema de manejo de agua 330 puede variar en operación para cooperar con el conjunto de celdas electroquímicas 100. En algunas formas de realización, el sistema de manejo de agua 330 puede incluir válvulas adicionales asociadas con cada una de las celdas electroquímicas 100, las cuales pueden ser controladas individualmente para abrirse y cerrarse para facilitar la operación de modo de carga y la operación de modo de descarga en el sistema de manejo de agua 330 para cada una de las celdas electroquímicas 100.

55 En una forma de realización, cuando las celdas electroquímicas 100 están en un modo de descarga, el aire puede entrar a la entrada de aire 230, y puede ser generado un flujo por el ventilador 240. El flujo puede dividirse por el colector de aire de entrada 340, con el fin de establecer un flujo de aire al espacio de aire 170a y el espacio de aire 170b, respectivamente. Después de ganar humedad en la misma, el flujo de aire puede salir de las salidas de canal de aire 220a y 220b, y recombinarse en el colector de aire de salida 350. Una porción del aire húmedo puede recircularse a la entrada de aire 230 por el recirculador de aire 250, mientras que el resto del aire húmedo puede pasar a través del canal de aire húmedo principal 360 (y la válvula 260), en la unidad desecante 270. La humedad puede ser absorbida del flujo de aire en la unidad desecante 270, y el aire seco puede salir a través de la trayectoria

60

de efusión de aire 370 (con la válvula de efusión de aire 380 abierta para permitir la ventilación del flujo seco hacia la atmósfera).

5 Durante un estado de carga o inactivo de las celdas electroquímicas 100, el calentador 275 puede ser activado para liberar agua absorbida en la unidad desecante 270. Durante el calentamiento, la válvula 260 puede ser cerrada para prevenir un flujo de agua o vapor de vuelta a los espacios de aire 170a y 170b, y la válvula de efusión de aire 370 puede cerrarse para impedir la descarga de agua o vapor fuera del sistema de manejo de agua 330 y las celdas electroquímicas 100. El cierre de la válvula 260 puede ser automático donde la válvula 260 es una válvula de una vía configurada para prevenir el retroflujo (por ejemplo, una válvula de lengüeta). A medida que la unidad desecante 270 es calentada, en el vapor de agua puede proceder a través del conducto de retorno 310 y el colector de distribución de vapor 390, hacia las entradas de retorno 180a y 180b asociadas con cada una de las celdas electroquímicas 100. Nuevamente, calentar mediante el calentador 275 puede cesar una vez que el termopar 320, u otro sensor, determinen que no está procediendo más agua a través del conducto de retorno 310 de vuelta hacia las cámaras de celda 120a y 120b, como es discutido con mayor detalle más adelante.

15 En algunas formas de realización, la carga de las celdas electroquímicas 100 puede ser configurada para desengranar el ventilador 240, mientras que en otras formas de realización el ventilador 240 puede permanecer engranado para reciclar el aire húmedo a través del recirculador de aire 250. En algunas formas de realización, la operación del ventilador 240 puede ser pulsada o de otra manera intermitente, mientras que en otras formas de realización el ventilador 240 puede operar de manera continua. Además, la operación del ventilador 240 puede ser controlada a través de circuitos de temporización, lógica de control asociada con las celdas electroquímicas 100 (o un controlador humano asociado con las mismas), y/o a través de sensores asociados con el sistema de manejo de agua 330. También son posibles otras configuraciones en otras formas de realización.

25 Como se indica antes, durante la carga (o un estado inactivo) de las celdas electroquímicas 100, el calentador 275 puede ser activado con el fin de liberar vapor de agua hacia las entradas de retorno 180a y 180b. En una forma de realización, por ejemplo, con la temperatura incrementada en el sistema cerrado del sistema de manejo de agua 330, el agua liberada puede ser presurizada. El agua liberada, bajo presión, puede dirigirse entonces a través del conducto de retorno 310 hacia las celdas electroquímicas 100. Puede apreciarse que en algunas formas de realización las entradas de retorno 180a y 180b pueden facilitar el auto-nivelado del medio iónicamente conductor. Por ejemplo, en una forma de realización donde el calentador 275 es configurado para liberar el agua de la unidad desecante 27 en forma de vapor, puede apreciarse que el vapor de agua, impedido de retroflujo por la válvula 260, y escapando del sistema de manejo de agua al aire exterior mediante la válvula de salida de aire 380, sería forzado a fluir a través del conducto de retorno 310 hacia las entradas de retorno 180a y 180b. Puede apreciarse que en algunas formas de realización, ninguna válvula es utilizada entre la unidad desecante 270 y las celdas electroquímicas 100, ya que el flujo de agua en forma de vapor es balanceado por la regulación de cabezales de presión en las entradas de retorno 180a y 180b. Como se ha indicado antes, cuando las entradas de retorno 180a y 180b se extienden hacia las cámaras de celda 120a y 120b respectivamente, la cantidad de la extensión puede definir un nivel mínimo deseado para el medio iónicamente conductor. Por consiguiente, cuando el nivel del medio iónicamente conductor es suficiente para cerrar las entradas de retorno 180a y 180b, entonces el vapor de agua puede crear un cabezal de presión y alguna retropresión cuando se encuentra con el medio iónicamente conductor. La retropresión en una celda electroquímica 100 puede provocar retroflujo del vapor de agua a otra celda electroquímica 100, la cual puede tener un nivel de medio iónicamente conductor que está por debajo del nivel establecido por la entrada de retorno 180. Como tal, el vapor se condensaría en la otra celda electroquímica 100, rellenando esa cámara de celda 120 en lugar de sobre-llenar la cámara de celda 120 de la celda electroquímica 100 que tiene suficiente medio iónicamente conductor.

45 La característica de auto-nivelado del sistema de manejo de agua 330 puede ser apreciada con referencia a las celdas electroquímicas 100a y 100b ilustradas en la Figura 4. Como se muestra, un nivel La de medio iónicamente conductor en la celda electroquímica 100a es mayor en relación al nivel Lb de medio iónicamente conductor en la celda electroquímica 100b. En particular, el nivel Lb de medio iónicamente conductor en la celda electroquímica 100b está por debajo de la entrada de retorno 180b, mientras que el nivel La de medio iónicamente conductor en la celda electroquímica 100a está a o por arriba del grado más alejado de la entrada de retorno 180a. Como tal, el vapor de agua generado por el calentador 275 que atraviesa a lo largo de la entrada de retorno 180a puede provocar cabezal de presión y retropresión cuando se encuentra con el medio iónicamente conductor. Como se muestra, mientras que el cabezal de presión puede establecer un nivel La(2) de medio iónicamente conductor dentro de la entrada de retorno 180a, la retropresión asociada daría lugar al vapor de agua que atraviesa preferencialmente la trayectoria de menor resistencia (por ejemplo, la entrada de retorno 180b), y condensándose en la cámara de celda 120b para elevar el nivel Lb. Por consiguiente, los cabezales de presión y retropresiones asociados con cámaras de celda 120 que tienen al menos un nivel mínimo deseado de medio iónicamente conductor no provocará que esas celdas electroquímicas 100 se desborden, sino que en su lugar llenaría cámaras de celda 120 que tienen menos del nivel mínimo deseado de medio iónicamente conductor, para lograr auto-nivelado a través de una pluralidad de celdas electroquímicas 100.

60 Puede apreciarse que, en algunas formas de realización, las celdas electroquímicas 100 pueden contener en los mismos sensores de nivel 400 (individualmente sensores de nivel 400a y 400b) configurados para establecer un

nivel del medio iónicamente conductor. Los sensores de nivel 400a y 400b pueden ser de cualquier construcción o configuración, incluyendo, pero no limitándose a un sensor de flotabilidad, un sensor óptico, un sensor térmico, sensor de conductividad o así sucesivamente. En una forma de realización, cuando el medio iónicamente conductor cae por debajo de un nivel deseado para una o más de las celdas electroquímicas, el calentador 275 puede ser activado (con las válvulas 260 y 380 cerradas), para liberar agua desde la unidad desecante 270. En otras formas de realización, el rellenado puede ser automático, con base en circuitos de temporización o mecanismos de control similares. En algunas formas de realización, sensores asociados con la unidad desecante 270 pueden determinar cuándo activar el calentador 275. Como un ejemplo no limitante, si un sensor determina que el desecante es completamente saturado, sin embargo, se eleva un nivel de humedad dentro de la unidad desecante 270 (indicando que el agua adicional es incapaz de ser absorbida en el desecante), el calentador 275 puede vaporizar el agua para intentar rellenar las cámaras de celda 120. Otras configuraciones también son posibles, y pueden variar a través de formas de realización.

En algunas formas de realización, puede apreciarse que la unidad desecante 270 puede abrirse selectivamente a la atmósfera, de manera que la unidad desecante 270 puede capturar y retener humedad atmosférica, o puede configurarse para recibir aire desde otra fuente externa, en lugar del aire que sale del canal de aire de la celda. Por ejemplo, este arreglo puede ser más adecuado para celdas electroquímicas, las cuales no comprenden un electrodo que respire aire. En algunas formas de realización tales como las descritas antes, donde el sistema de manejo de agua 200 o 300 es configurado para extraer agua de las celdas electroquímicas 100, la unidad desecante 270 puede cerrar selectivamente una trayectoria de las salidas de canal de aire 220 de las celdas electroquímicas 100 (por ejemplo, cerrando la válvula 260), de manera que el aire húmedo de las salidas de canal de aire 220 no se pierda inadvertidamente a la atmósfera cuando la unidad desecante está extrayendo aire húmedo de la atmósfera. En una forma de realización, la apertura a la atmósfera puede cerrarse de manera similar por medio de la válvula 260, u otra válvula, cuando el calentador 275 está calentando la unidad desecante 270 para liberar el agua extraída, de manera que el agua extraída se dirige a través del conducto de retorno 310. Puede apreciarse que en algunas formas de realización los sistemas de manejo de agua, tal como como el sistema de manejo de agua 200 o 330, pudiera no ser configurado generalmente para capturar la humedad de las celdas electroquímicas 100. En algunas de esas formas de realización, la apertura a la atmósfera (u otra fuente externa) pudiera ser la fuente principal o única de aire húmedo para la unidad desecante 270 para capturar humedad para liberación subsiguiente a las celdas electroquímicas 100. Puede apreciarse que en algunas de esas formas de realización, el aire húmedo puede permanecer simplemente en los espacios de aire 170, puede hacerse circular a través del recirculador de aire 250, o de otra manera descargarse a la atmósfera.

Las estructuras, construcciones y configuraciones descritas aquí son ejemplares, y pueden variarse a través de formas de realización. En algunas formas de realización, las válvulas son pasivas, que no requieren control externo para operación. En algunas formas de realización, pueden ser empleadas las válvulas activas que tienen un medio externo de accionamiento. Por ejemplo, las válvulas utilizadas aquí pueden ser de cualquier configuración apropiada, incluyendo, pero no limitándose a válvulas de tres vías, válvulas de lengüeta, válvulas de retención de chasquido bimetálico, o así sucesivamente. Las válvulas pueden ser activadas a través de cualquier fuente apropiada, incluyendo, pero no limitándose a servos, controladores electrónicos, calor (por ejemplo, del calentador 275) o presión (por ejemplo, del flujo de aire generado por el ventilador 240 o desde presión asociada con el vapor de agua calentado). Adicionalmente, los colectores, tuberías, tubos, conexiones u otras trayectorias de flujo de aire/agua pueden ser de cualquier construcción o configuración apropiada, incluyendo, pero no limitándose a metal, plástico y/o caucho. Otros componentes de las celdas electroquímicas (por ejemplo, celda electroquímica 100) o los sistemas de manejo de agua (por ejemplo, sistema de manejo de agua 330) pueden ser similarmente de construcciones o configuraciones variadas.

Las formas de realización ilustradas anteriores han sido provistas solamente para ilustrar los principios estructurales y funcionales de la presente invención y no pretenden ser limitantes. Por ejemplo, la presente invención pueden practicarse usando combustibles diferentes, oxidantes diferentes, electrolitos diferentes y/o materiales o una configuración estructural global diferentes. Por lo tanto, la presente invención pretende abarcar todas las modificaciones, sustituciones, alteraciones y equivalentes dentro del espíritu y alcance de las siguientes reivindicaciones anexas.

REIVINDICACIONES

1. Un sistema (200, 330) para manejar el contenido de agua en una o más celdas electroquímicas y cada celda electroquímica comprende una pluralidad de electrodos (130, 140, 150, 160) y un medio líquido acuoso iónicamente conductor, el medio líquido acuoso iónicamente conductor que está siendo contenido dentro de un alojamiento (110), y el sistema comprende:
- 5 un primer conducto de fase gaseosa (165) para recibir la fase gaseosa húmeda que sale de una celda electroquímica;
- una unidad desecante (270) que comprende un desecante y se comunica con el primer conducto de fase gaseosa y se configura para extraer agua de la fase gaseosa húmeda;
- 10 un calentador (275) para calentar selectivamente el desecante para liberar selectivamente agua extraída de la unidad desecante; y
- un conducto de retorno (180) que comunican la unidad desecante con el medio acuoso iónicamente conductor para recibir el agua extraída de la unidad desecante y dirigir el agua extraída al medio acuoso iónicamente conductor de al menos una de las celdas electroquímicas,
- 15 en cuyo caso cada celda electroquímica comprende un electrodo de combustible (130), una cámara de aire (190), y un electrodo de reducción de oxidante (150) que tiene una superficie enfrentada al medio acuoso iónicamente conductor y una superficie opuesta que se enfrenta a la cámara de aire;
- en cuyo caso el electrodo de combustible es sumergido en el medio acuoso iónicamente conductor; y
- 20 donde dicho primer conductor de fase gaseosa se comunica con la cámara de aire de la celda electroquímica para recibir la fase gaseosa húmeda a medida que el aire húmedo que comprende agua es permeado desde el medio acuoso iónicamente conductor desde la cámara de aire.
2. El sistema de la reivindicación 1, que comprende además un ventilador para crear un flujo del aire húmedo desde la cámara de aire hacia el primer conducto de fase gaseosa.
3. El sistema de la reivindicación 1, que comprende además un conducto de recirculación para recibir una cantidad del aire húmedo desde la cámara de aire y de volver el aire húmedo recibido de vuelta a la cámara de aire.
4. El sistema de la reivindicación 3, que comprende además un conducto de entrada de aire acoplado a la entrada de aire para recibir el aire ambiental desde afuera de la celda y en cuyo caso el conducto de recirculación de aire se acopla al conducto de entrada de aire para mezclar la cantidad de aire húmedo con el aire ambiental recibido desde afuera de una o más celdas electroquímicas en forma de aire mezclado, de manera que el aire mezclado se entrega a la cámara de aire.
- 30 5. El sistema de la reivindicación 1, que comprende además un sensor de nivel para determinar un nivel del medio acuoso iónicamente conductor.
6. El sistema de la reivindicación 5, en el cual el sensor de nivel se acopla con el calentador y activa el calentador para reponer el agua en el medio acuoso iónicamente conductor calentando la unidad desecante para liberar el agua extraída de la unidad desecante.
- 35 7. El sistema de la reivindicación 1, que comprende además un termopar acoplado con el conducto de retorno y con el calentador, y el termopar determina cuándo termina un flujo de agua calentada en el conducto de retorno y desactiva el calentador.
8. El sistema de la reivindicación 1, en el cual una válvula entre la cámara de aire y la unidad desecante, una válvula de salida entre la unidad desecante y una salida de aire y el ventilador se controlan selectivamente para mantener una humedad relativa en la cámara de aire de 30-80%.
- 40 9. Un procedimiento para manejar el contenido de agua en una o más celdas electroquímicas y cada celda electroquímica comprende una pluralidad de electrodos y un medio acuoso iónicamente conductor; el medio acuoso iónicamente conductor está siendo contenido dentro de un alojamiento y el procedimiento comprende:
- 45 recibir aire húmedo que sale de una o varias celdas electroquímicas en una unidad desecante que comprende un desecante;
- extraer agua del aire húmedo mediante la unidad desecante;

- calentar selectivamente la unidad desecante para liberar selectivamente agua extraída de la unidad desecante; y
- dirigir el agua extraída de la unidad desecante al medio acuoso iónicamente conductor de al menos una de las celdas electroquímicas, en cuyo caso cada celda electroquímica comprende un electrodo de combustible, una cámara de aire y un electrodo de reducción de oxidante que tiene una superficie enfrentada al medio acuoso iónicamente conductor y una superficie opuesta que se enfrenta a la cámara de aire;
- 5 y el electrodo de combustible es sumergido en el medio acuoso iónicamente conductor; y el aire húmedo comprende agua permeada desde el medio acuoso iónicamente conductor.
10. El procedimiento de la reivindicación 9, que comprende además generar un flujo del aire húmedo a la unidad desecante con un ventilador.
- 10 11. El procedimiento de la reivindicación 10, que comprende además recircular una porción del aire húmedo, mezclado con el aire ambiental como una y de mezclado, de modo que el aire mezclado se devuelve a la cámara de aire.
12. El procedimiento de la reivindicación 9, que comprende además detectar un nivel del medio acuoso iónicamente conductor con un sensor de nivel.
- 15 13. El procedimiento de la reivindicación 12, que comprende además activar el calentador cuando dicha detección del nivel del medio acuoso iónicamente conductor con el sensor de nivel indica un nivel más bajo que el deseado del medio acuoso iónicamente conductor.
14. El procedimiento de la reivindicación 12, que comprende además detectar un flujo del agua extraída de la unidad desecante al medio acuoso iónicamente conductor utilizando un termopar y desactivando el calentador cuando termina el flujo de agua extraída.
- 20 15. El procedimiento de la reivindicación 9 o 10, que comprende además desviar una porción del aire húmedo de la cámara de aire a la entrada de aire recircular la porción del aire húmedo dentro de la cámara de aire después de dicha desviación.
- 25 16. El procedimiento de la reivindicación 15, que comprende además controlar una válvula entre la cámara de aire y la unidad desecante, una válvula entre la unidad desecante y la salida del aire y el ventilador para mantener una humedad relativa en la cámara de aire de 30-80%.
17. El procedimiento de la reivindicación 9, en el cual dirigir el agua extraída de la unidad desecante al medio acuoso iónicamente conductor comprende distribuir el agua extraída a una o varias celdas electroquímicas.
- 30 18. El procedimiento de la reivindicación 17, en el cual un cabezal de presión asociado con el agua extraída provoca que el agua extraída retenga el medio acuoso iónicamente conductor de una primera celda electroquímica de una o varias celdas electroquímicas que tienen un nivel más bajo del medio acuoso iónicamente conductor antes de rellenar el medio acuoso iónicamente conductor de una segunda celda electroquímica de una o varias celdas electroquímicas que tienen un nivel más alto del medio acuoso iónicamente conductor.
- 35 19. El procedimiento de la reivindicación 18, en el cual las entradas de retorno que se extienden a la primera celda electroquímica y la segunda celda electroquímica de un colector definen niveles respectivos de ajuste para el medio acuoso iónicamente conductor para cada una de la primera celda electroquímica y la segunda celda electroquímica; y en cuyo caso, cuando el medio acuoso iónicamente conductor de la segunda celda electroquímica está en o por encima del respectivo nivel de ajuste para la segunda celda electroquímica, y el medio acuoso iónicamente conductor de la primera celda electroquímica se encuentra por debajo del respectivo nivel de ajuste para la primera celda electroquímica, el cabezal de presión provoca una retro-presión en una intersección de la entrada de retorno de la segunda celda electroquímica y el medio acuoso iónicamente conductor de la segunda celda electroquímica, de modo que dicha dirección provoca que el agua extraída fluya a la entrada de retorno de la primera celda electroquímica y tiene el medio acuoso iónicamente conductor de la primera celda electroquímica al nivel respectivo de ajuste de la primera celda electroquímica.
- 40 20. El sistema de la reivindicación 1, que comprende además una primera y una segunda celda electroquímica, donde la unidad desecante se acopla a la cámara de aire de la primera y de la segunda celdas electroquímicas por una pluralidad de conductos de retorno para comunicar el agua extraída con cada medio iónicamente conductor de cada celda electroquímica.
- 45 21. El sistema de la reivindicación 20, en el cual cuando una de la primera o la segunda celdas electroquímicas tiene un nivel más bajo del medio acuoso iónicamente conductor que otras celda electroquímica, un cabezal de presión asociado con el agua extraída provoca que el agua extraída retiene el medio acuoso iónicamente conductor de la
- 50

celda electroquímica que tiene un nivel más bajo de medio acuoso iónicamente conductor antes de rellenar el medio acuoso iónicamente conductor de la otra celda electroquímica.

5 22. El sistema de la reivindicación 21, en el cual las entradas de retorno que se extienden a la primera celda electroquímica y a la segunda celda electroquímica definen niveles respectivos de ajuste para el medio acuoso iónicamente conductor para cada una de las celdas electroquímicas; y en el cual, cuando el medio acuoso iónicamente conductor de la segunda celda electroquímica está en o por encima del nivel respectivo de ajuste para la segunda celda electroquímica, y el medio acuoso iónicamente conductor de la primera celda electroquímica se encuentra por debajo del nivel respectivo de ajuste para la primera celda electroquímica, el cabezal de presión provoca una retro-presión en una intersección de la entrada de retorno de la segunda celda electroquímica y el medio acuoso iónicamente conductor de la segunda celda electroquímica, para provocar que el agua extraída fluya a la entrada de retorno de la primera celda electroquímica y llene el medio acuoso iónicamente conductor de la primera celda electroquímica al nivel respectivo de ajuste de la primera celda electroquímica.

10 23. El sistema de la reivindicación 22, en el cual el nivel respectivo de ajuste para la primera celda electroquímica es el mismo que el nivel respectivo de ajuste para la segunda celda electroquímica.

15

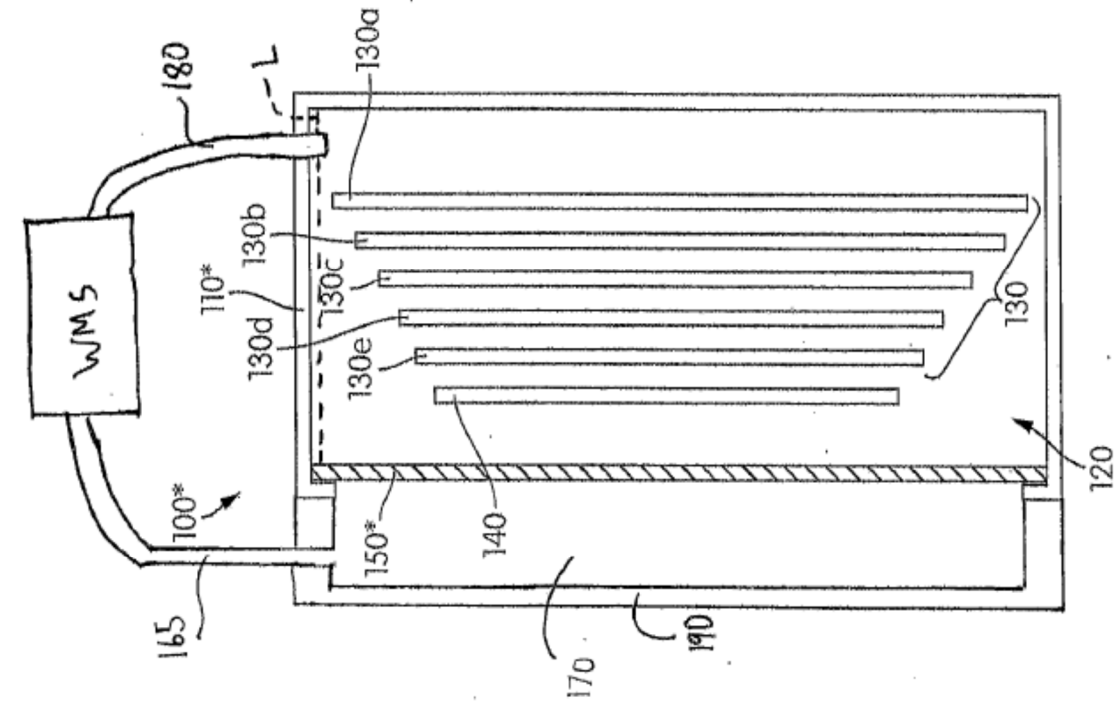


FIG. 2

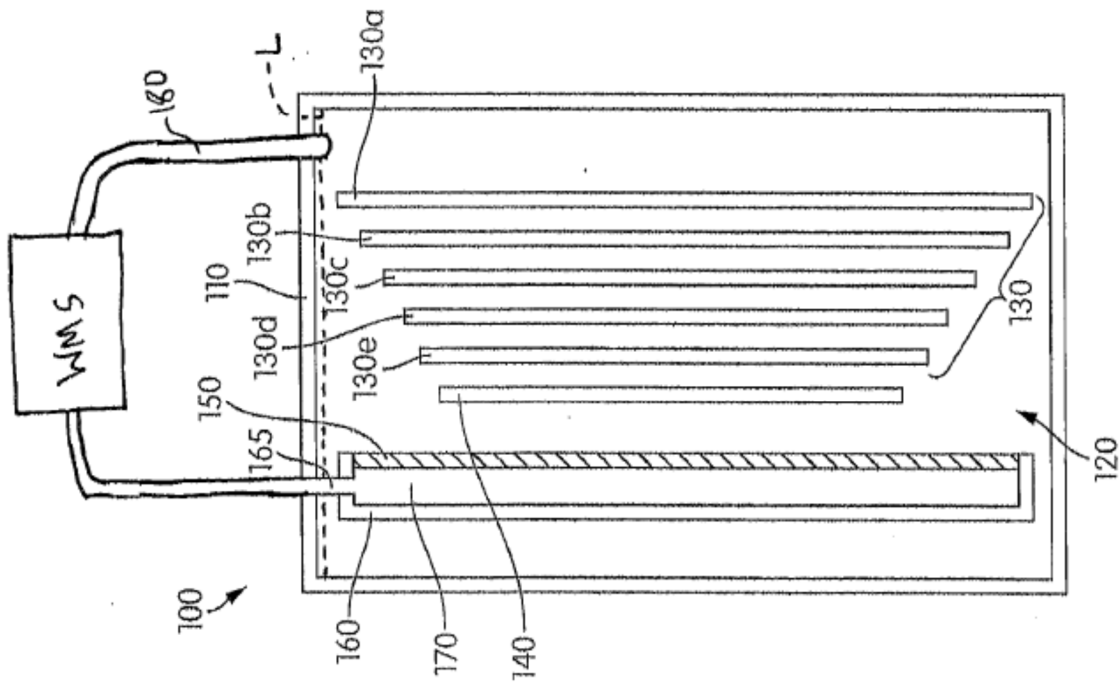


FIG. 1

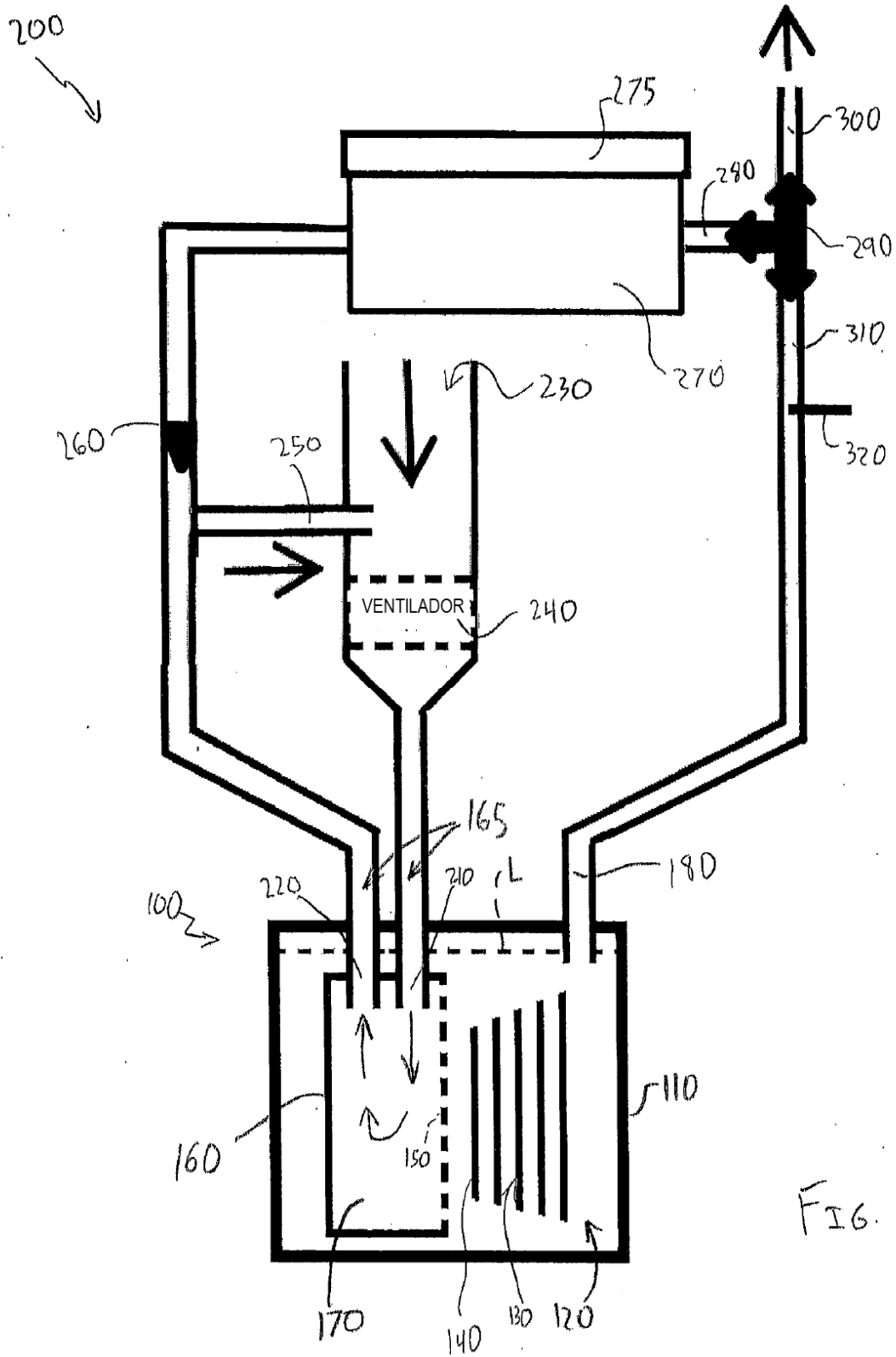


FIG. 3

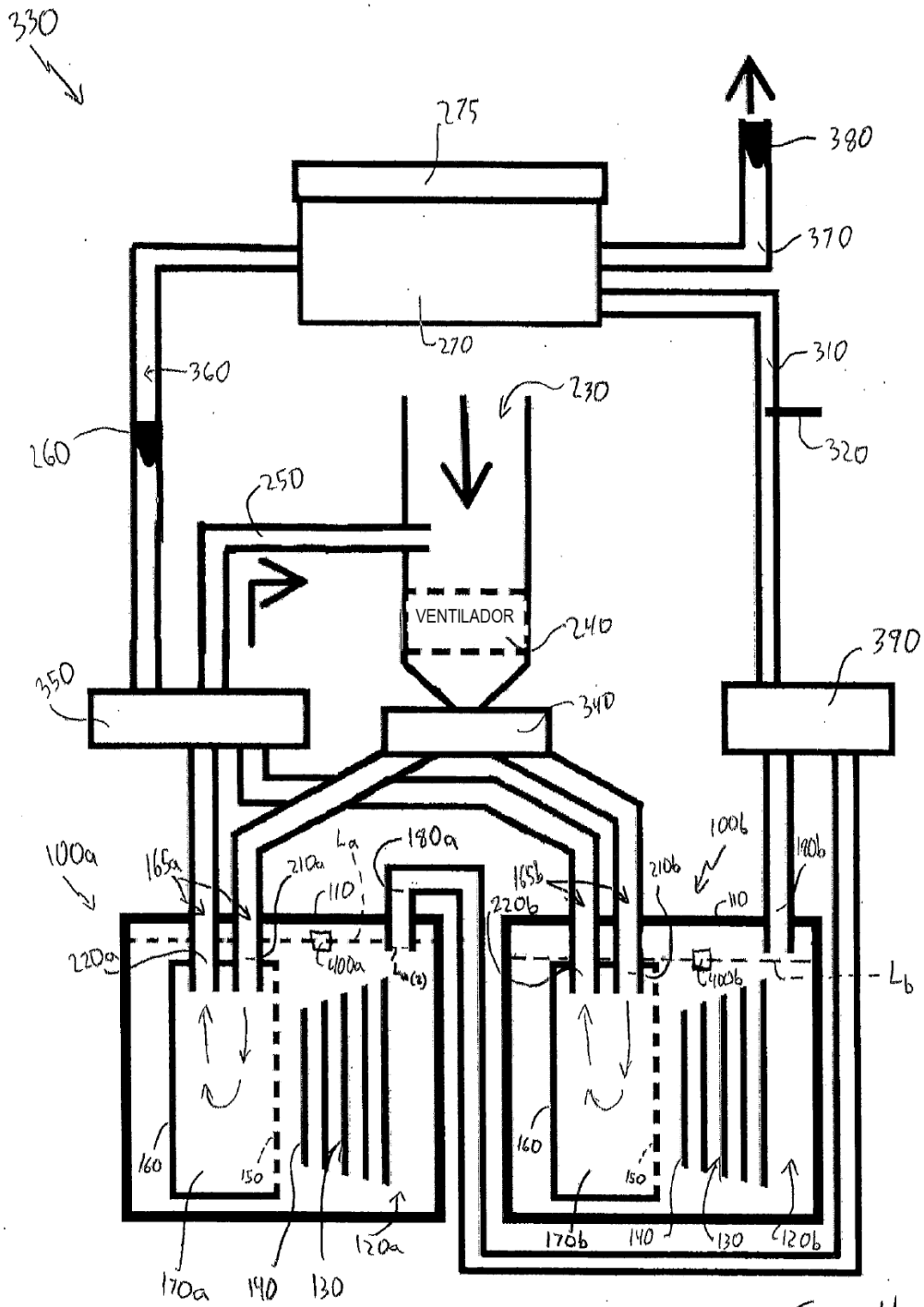


FIG. 4