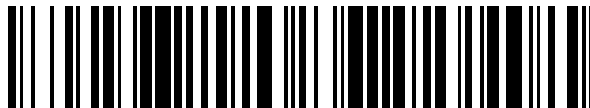


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 462 615**

51 Int. Cl.:

**H01M 8/18** (2006.01)  
**H01M 8/20** (2006.01)  
**H01M 8/22** (2006.01)  
**H01M 8/24** (2006.01)  
**H01M 8/02** (2006.01)  
**H01M 8/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.03.2011 E 11712650 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.02.2014 EP 2548256**

54 Título: **Un apilamiento de celdas electroquímicas**

30 Prioridad:

**17.05.2010 US 345339 P**  
**19.03.2010 GB 201004650**

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

**26.05.2014**

73 Titular/es:

**RENEWABLE ENERGY DYNAMICS  
TECHNOLOGY LTD (100.0%)  
66 Lower Leeson Street  
Dublin 2, IE**

72 Inventor/es:

**UNDERWOOD, RICHARD LINDSAY y  
RIDLEY, PETER JOHN**

74 Agente/Representante:

**ALMAZÁN PELEATO, Rosa María**

**ES 2 462 615 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

La presente invención se refiere a un apilamiento de celdas electroquímicas o electrolíticas, en particular, aunque no exclusivamente, a un apilamiento de celdas de combustible de reducción/oxidación regenerativa (redox)

5

Se conoce que las celdas electroquímicas consisten típicamente en entre dos y cincuenta semiceldas positivas y negativas alternas, aunque no se desconocen números mayores; ya que los componentes de las celdas se apilan entre sí, dicha pluralidad de semiceldas se conoce típicamente como un apilamiento electroquímico o un apilamiento de celdas electrolíticas, a menudo simplificado brevemente a «un apilamiento». Los factores importantes en el

10 diseño de un apilamiento de celdas de este tipo son el procedimiento de construcción y el grosor de las celdas individuales. Las disposiciones típicas usan lo que se conoce como un diseño de filtro prensa que comprende, dentro de cada una de las capas sucesivas de celda, de un material de empaquetadura no conductivo. Las capas comprenden chasis, que sirven para albergar el material de los electrodos, y también contienen dentro de sus grosores los pasos de distribución del flujo de electrolito. Cada chasis se ensambla dentro de uno o dos tipos de una

15 semicelda (positivo y negativo); debe observarse que, en general, el diseño de los chasis tanto para las semiceldas positivas como negativas es básicamente similar y su asignación es una consecuencia de la construcción global o del uso del apilamiento, más que una característica inherente. Estos chasis se intercalan típicamente de forma alternativa con láminas de un material electrodo adecuado y un separador de membrana adecuado. Esta construcción produce una sucesión de pares de semiceldas en serie con electrodos comunes para dos semiceldas,

20 por consiguiente los electrodos se refieren como electrodos bipolares. También es posible y deseable en algunas aplicaciones conectarse de forma eléctrica a los electrodos intermedios y, dependiendo de la disposición de distribución del electrolito interno, operar las celdas de diversas otras formas en serie y/o en paralelo cuando alguno o todos los electrodos pueden ser unipolares en lugar de ser bipolares.

25 Ya que los chasis deben proporcionar un número de características diferentes, incluyendo sellado hidráulico, resistencia mecánica, acomodación del electrodo y pasos de distribución de flujo, requiriéndose estos pasos para proporcionar tanto aislamiento contra las corrientes derivadas internas y de forma contraria contra la resistencia al flujo mínimo y distribución de flujo uniforme, normalmente se requiere un compromiso de diseño entre las características. En particular, se sabe que es deseable conseguir una velocidad de flujo lineal elevada del electrolito

30 dentro de la celda, que implique un espaciado de celda pequeño pero, dado que el grosor del chasis define el espaciado, este, a su vez, tiene el efecto no deseado de reducir la profundidad disponible para los pasos de distribución que típicamente se destinan a una u otra superficie de los chasis. Adicionalmente, se conoce que para lograr un rendimiento de celda eficaz y fiable, se debe conseguir el cierre de los canales de distribución dentro de tales chasis a fin de evitar trayectorias no deseables y potenciales perjudiciales, en términos de fuga hidráulica y de

35 corriente eléctrica.

Con vistas a dar a conocer un apilamiento de celdas electroquímicas mejorado, en nuestra solicitud de patente europea n.º 06 726 659, según está ahora concedida, (Nuestra patente anterior) hemos descrito y reivindicado un

40 apilamiento de celdas electroquímicas que comprende una pluralidad de celdas dispuestas unas junto a otras en un apilamiento, teniendo cada celda:

- una membrana,
- una primera cavidad de semicelda en un lado de la membrana y una segunda cavidad de semicelda en el otro lado de la membrana,

45

- una placa de electrodo respectiva en el lado de cada semicelda opuesta a la membrana, proporcionando cada placa de electrodo contacto entre las celdas adyacentes al menos para aquellas intermedias a las celdas,
- un par de chasis, uno para una semicelda y el otro para la otra, en donde los chasis:
  - capturan la membrana entre los mismos,
  - localizan las placas de electrodos y
  - tienen:
    - márgenes continuos alrededor de vacíos centrales que proporcionan las cavidades de
    - semicelda,
    - aberturas en los márgenes continuos que proporcionan conductos para el flujo del

50

    - electrolito a través del apilamiento para la distribución a las celdas
    - rebajes de distribución del electrolito en bordes interiores opuestos de los márgenes, y

55

    - pasos en los márgenes continuos para el flujo del electrolito desde una de las aberturas de los conductos, dentro y fuera de la semicelda en los rebajes de distribución y hasta otra de

las aberturas de los conductos,  
 en el que:

- 5           • se captura cada electrodo de placa entre un chasis de una celda y un chasis de una celda adyacente con al menos dos partes de los márgenes de estos chasis extendiéndose fuera de los respectivos bordes del electrodo de placa, teniendo los chasis de celdas adyacentes caras que colindan en las partes;
- se forman pasos de flujo en las caras de los márgenes y se cierran colindando con las caras del chasis opuestas; y
- 10          • se proporcionan aberturas a través del chasis en los chasis para extender los pasos de las caras que colindan de los chasis con las otras, con el lado de la membrana de los chasis dentro de los rebajes de distribución.

En Nuestra patente anterior, preferimos que los chasis sean rectangulares, es decir, que tengan cuatro márgenes rectos, con las aperturas de conducto del electrolito dispuestas en las esquinas y los pasos de flujo provistos solamente en dos márgenes opuestos.

Además, hemos preferido proporcionar todos los pasos en la cara de uno de cada par de chasis con caras que colindan, es decir, con dos pasos en cada parte marginal teniendo pasos con una abertura del chasis a través de la parte en el extremo de uno de los pasos y otra de dichas aberturas en el otro chasis opuesto al extremo del otro paso.

También hemos preferido que los electrodos se capturen en los rebajes de las caras que colindan de los chasis que se extienden alrededor de toda la continuidad de los márgenes alrededor del vacío central.

Además, hemos preferido proporcionar juntas alrededor de los conductos y de los pasos que irradian desde los mismos y alrededor de los electrodos. Las juntas pueden ser de un material de empaquetadura, pero son preferentemente juntas tóricas ajustadas en ranuras de los chasis.

Dos preferencias finales fueron:

- extensiones de paso en las caras opuestas a los chasis desde las caras que colindan, prolongándose las extensiones desde las aberturas a través del chasis hasta los respectivos rebajes de distribución del electrolito; y
- siendo los rebajes de distribución del electrolito más amplios que los rebajes de captura del electrodo. Si bien el apilamiento de Nuestra patente anterior resolvió muchos problemas, los apilamientos de celdas electroquímicas siguen presentando un problema de corriente en derivación inherente, que no es exclusivo del apilamiento de Nuestra patente anterior. Es el resultado de los conductos del electrolito que se extienden desde un extremo al otro de los apilamientos a través de las aberturas. Los electrolitos son conductores y proporcionan la conexión eléctrica desde cada celda (o al menos cada semicelda del mismo tipo) a cada otra celda, realizándose la conexión a los conductos a través de los pasos de flujo de los márgenes. Los pasos de flujo son pequeños en comparación con los conductos, por lo que el electrolito presente en ellos ofrece una resistencia relativamente alta entre las celdas individuales. Sin embargo, los conductos tienen una resistencia relativamente baja. Por lo tanto, la resistencia entre las celdas adyacentes es del mismo orden de magnitud que la resistencia entre las celdas en los extremos opuestos del apilamiento. El potencial entre los apilamientos terminales opuestos aumenta en proporción al número de apilamientos. Así pues, los apilamientos largos tienen una pérdida inherente por corriente de derivación interna, fluyendo la corriente de derivación por los conductos del electrolito.

En el documento US 2009/047570 se da a conocer un apilamiento electroquímico de la técnica anterior.

El objeto de la presente invención es dar a conocer un apilamiento de celdas electroquímicas mejorado.

La invención se define en la reivindicación 1.

De acuerdo con la invención, se da a conocer un apilamiento de celdas electroquímicas que comprende una pluralidad de celdas dispuestas lado a lado en un apilamiento, teniendo cada celda:

- una membrana,
- una primera cavidad de semicelda en un lado de la membrana y una segunda cavidad de semicelda en el otro lado de la membrana,
- una placa de electrodo respectiva en el lado de cada semicelda opuesta a la membrana, proporcionando

cada placa de electrodo contacto entre las celdas adyacentes al menos para aquellas intermedias a las celdas,

- un par de chasis, uno para una semicelda y el otro para la otra, en donde los chasis:

5

- capturan la membrana entre los mismos,
- localizan las placas de electrodos y
- tienen:
  - márgenes continuos alrededor de vacíos centrales que proporcionan las cavidades de
  - semicelda,
  - aberturas en los márgenes continuos que proporcionan conductos para el flujo del
  - electrolito a través del apilamiento para la distribución a las celdas
  - rebajes de distribución del electrolito en bordes interiores opuestos de los márgenes, y
  - pasos en los márgenes continuos para el flujo del electrolito desde una de las aberturas de los conductos, dentro y fuera de la semicelda en los rebajes de distribución y hasta otra de las aberturas de los conductos,

10

15 en el que:

- cada chasis tiene al menos dos aberturas para cada una de la alimentación y el retorno de cada uno del anolito y del catolito,
- siendo una de dichas al menos dos aberturas para alimentación o para retorno a través de unos respectivos de los pasos de flujo del electrolito hacia y desde la semicelda definida por el chasis o a una semicelda adyacente, y
- siendo la o cada una de dichas al menos dos aberturas para alimentación o para retorno a una semicelda remota en el apilamiento, a través de pasos de flujo respectivos en un chasis remoto;

20

25

siendo la disposición tal que el apilamiento está dividido en secciones correspondientes al número de aberturas para cada una de la alimentación y el retorno de anolito y de catolito, por lo que la tensión a lo largo de los conductos de anolito o catolito en contacto con las celdas de la sección es la tensión total del apilamiento reducida por el cociente entre el número de celdas de la sección y el número total de celdas.

30

En la realización preferente, las aberturas y los conductos están duplicados, es decir hay dos de cada tipo: anolito/catolito y flujo/retorno. Esto da lugar a una división en dos secciones y reduce a la mitad la tensión de la corriente de derivación a través de las secciones con respecto a la tensión global del apilamiento. Mientras que en Nuestra patente anterior preferimos colocar las aberturas/conductos en las esquinas de los chasis, en la presente realización preferente, en la que las celdas son rectangulares con la alimentación y el retorno en los extremos cortos opuestos, todas las aberturas están en los extremos cortos. Sin embargo se puede contemplar que, en particular cuando se proporcionan más de dos aberturas/conductos para cada tipo de anolito/catolito y flujo/retorno, estos pueden estar dispuestos tanto en el extremo como en los lados del rectángulo. Por ejemplo, dos pares de conductos en cada extremo y un par de conductos en cada extremo de cada lado permiten dividir el conjunto en cuatro

35

40

Mientras que en teoría es posible contemplar el sellado de los chasis entre sí sin elementos de sellado separados, esperamos incluir juntas entre los chasis individuales. Normalmente, como en Nuestra patente anterior, se utilizarán juntas tóricas, con ranuras de posicionamiento en una o en ambas caras de los chasis.

45

Preferentemente, hay una junta que rodea las aberturas de cada tipo, junto con una junta respectiva dentro de cada una de estas juntas que sella la abertura o cada una de las aberturas que forman parte del conducto para el suministro remoto de electrolito desde la abertura para el suministro local a través de los pasos de flujo. Para permitir el flujo del electrolito más allá de las juntas que rodean la abertura, los pasos de flujo conducen a sus celdas mediante aberturas a través del chasis. Si bien se puede prever que cada chasis tenga pasos de flujo que conduzcan desde la abertura al conducto que suministra localmente el electrolito, en donde típicamente el anolito se alimenta y retorna por un chasis y el catolito se alimenta y retorna por el chasis siguiente, en la realización preferente uno de cada dos chasis alternos tiene todos los pasos de flujo que conducen desde/hasta las aberturas, estando estos pasos de flujo en una cara del chasis que está a nivel con una placa de electrodos entre celdas, teniendo este chasis y el otro chasis por lo demás plano, es decir, todos los chasis, aberturas a través del chasis, como en Nuestra solicitud de patente anterior.

50

55

De acuerdo con una característica preferente significativa, cada paso de flujo desde su conducto tiene forma de

serpentina o da al menos una vuelta sobre sí mismo, con el fin de aumentar la resistencia eléctrica a lo largo del mismo.

Normalmente, los pasos de flujo estarán cerrados por una cara del chasis siguiente del apilamiento de chasis.

5

Como en Nuestra patente anterior, los pasos de flujo o las aberturas a través del chasis, en el caso de que existan, se abren a rebajes en los chasis para dispersar o recoger el flujo del electrolito a través de los extremos de las semiceldas. Estas últimas están convenientemente llenas de fieltro de grafito con el fin de mejorar el contacto eléctrico entre el electrolito y el electrodo de la semicelda. La membrana son típicamente membranas semipermeables sostenidas de manera hermética contra una cara plana de un chasis en un lado del mismo por medio de una junta llevada por un chasis situado en el otro lado.

10

Para ayudar a la comprensión de la invención, una forma de realización específica de la misma se describirá ahora a título de ejemplo y con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

15

La figura 1 es una vista en perspectiva en despiece ordenado de un apilamiento de celdas electroquímicas de acuerdo con la invención;

La figura 2 es una vista en perspectiva similar de un chasis de paso de la mitad inferior del apilamiento de la figura 1;

20

La figura 3 es una vista desde abajo del chasis de paso de la figura 2;

La figura 4 es una vista en perspectiva similar de un chasis de transferencia del apilamiento de la figura 1;

25 La figura 5 es una vista desde abajo del chasis de transferencia de la figura 4;

La figura 6 es una vista en sección transversal recortada de dos pares de chasis de paso y transferencia, estando la sección transversal en la línea VI-VI de la figura 1 en un lado del apilamiento;

30 La figura 7 es una vista en sección transversal recortada de dos pares de chasis de paso y transferencia, estando la sección transversal en la línea VI-VI de la figura 1 en un extremo del apilamiento, que muestra la falta de flujo de anolito desde la aberturas de flujo interior hasta las celdas del apilamiento en este extremo del apilamiento; y

35 La figura 8 es una vista en sección transversal similar de dos pares de chasis de paso y transferencia, estando la sección transversal en la línea VII-VII de la figura 1 en el otro extremo del apilamiento, que muestra el flujo de anolito desde las aberturas de flujo interior hasta las celdas del apilamiento en este extremo del apilamiento.

Haciendo referencia a los dibujos, un apilamiento electroquímico 1 consta de chasis de dos tipos, denominados en este documento chasis de paso 2 y chasis de transferencia 3. Estos están dispuestos alternativamente en el apilamiento, es decir, primero un chasis de paso y, a continuación, un chasis de transferencia a lo largo de la longitud del apilamiento.

40 En un lado o cara 4 de cada chasis de paso, tiene muchas ranuras para juntas tóricas y otras ranuras para el paso del electrolito. Estas se describirán con más detalle a continuación. Tiene una abertura central 5 con un rebaje 6 abierto por un lado alrededor de la abertura. El rebaje tiene la mitad del grosor de un electrodo 7 de polímero relleno de carbono. El rebaje tiene una ranura 8 para una junta tórica 9 contra la cual se asienta el electrodo. Por lo tanto, no es posible que el electrolito evite el paso por el electrodo. La cara complementaria 10 del siguiente chasis de transferencia 3 es plana y tiene otro rebaje 11, también con la mitad de la profundidad del electrodo. Mientras que el electrodo está ajustado con holgura por ambos lados en los rebajes, es capturado por los chasis cuando se mantienen juntos, con la cara 4 hacia la cara 10. El rebaje 11 no tiene ranura para junta tórica, pero la cara 4 del chasis de paso tiene una ranura 12 que rodea el rebaje 6 para una junta tórica 14, con lo cual electrolito del rebaje 11 no puede fluir hacia los lados entre los chasis ni evitar el paso por el electrodo, debido a la junta tórica 9. El chasis 3 tiene también una abertura central 15.

55 Para situar los chasis unos con respecto a otros, cada chasis de paso presenta unos orificios ensanchados 16 en los márgenes alrededor de la abertura central. Los orificios se extienden a través de los salientes abiertos 17 que se extienden desde la otra cara plana 18 del chasis, abriéndose los extremos de diámetro grande de los orificios ensanchados en la cara 4. Igualmente, la cara plana rebajada 10 del chasis de transferencia también tiene salientes abiertos 19, mientras que su otra cara 20 tiene orificios ensanchados 21. Con los salientes 19 encajados en los

orificios ensanchados 16, los chasis quedan totalmente situados de manera que sus caras no se puedan deslizar una con respecto a la otra. Con el apilamiento totalmente ensamblado, las barras de unión 22 se extienden a través de los orificios 16, 21 y ejercer fuerza para mantener el apilamiento estrechamente comprimido, teniendo las barras de unión tuercas 35 que reaccionan contra las placas terminales del apilamiento 36.

5

Se debe entender que el chasis 2, el electrodo 7 y el chasis 3 descritos anteriormente definen dentro de los chasis dos espacios de semicelda 23, 24 de las celdas adyacentes, separados por un dipolo o electrodo común 7. Los espacios están llenos de fieltro de grafito 25, 26, en contacto eléctrico con el electrodo y el electrolito en los espacios.

10

Los pares de chasis con electrodos capturados están montados con membranas semipermeables 30 entre ellos. La cara superior 20 de cada chasis de transferencia tiene una ranura 31 para una junta tórica 32 de sellado de la membrana. La membrana cubre la extensión de la junta tórica, que presiona la membrana contra la cara plana 18 del chasis de paso montado contra ella. La membrana está limitada en su posición longitudinalmente en los chasis por el ajuste entre las puntas 33 de la cara 20 del chasis de la transferencia, acoplándose las puntas en los orificios 33 de la cara opuesta 15. Lateralmente, la membrana está limitada por los salientes 17 del chasis de paso. Con el apilamiento comprimido, esta disposición sella la membrana a los chasis sin posibilidad de escape del electrolito entre los chasis. De esta manera, se define una celda que incluye las dos semiceldas a cada lado de la membrana y los electrodos en los lados opuestos de los espacios de semicelda 23, 24.

20

A continuación se describirán disposiciones para hacer pasar el electrolito hacia y desde los espacios de semicelda. El electrolito preferente es el sulfato de vanadio. El vanadio puede adoptar cuatro diferentes estados de valencia y la química redox del vanadio se describe en la patente de EE. UU. n.º 4.786.567, a la que se remite al lector para una mejor comprensión. Baste decir aquí que el anolito y el catolito que están presentes en las semiceldas en los lados opuestos de la membrana comprenden soluciones de vanadio en diferentes estados de valencia. Las disposiciones para el suministro del anolito y del catolito son prácticamente idénticas y la elección de cual es cual es arbitraria en cuanto a la estructura física del apilamiento, a pesar de que ello incida directamente sobre la polaridad del apilamiento.

25

Los chasis de paso y los chasis de transferencia tienen líneas de cuatro aberturas 41 en cada extremo. Con los chasis montados en el apilamiento, las aberturas forman cuatro conductos en cada extremo del lado del apilamiento correspondiente a los extremos de los chasis, extendiéndose los conductos desde un extremo al otro del apilamiento para facilitar el flujo del electrolito a través del mismo. Las aberturas de los chasis transferencia no tienen pasos conectados a ellas y sirven meramente para la transferencia del electrolito desde un lado de los chasis al otro, es decir, en sentido longitudinal del apilamiento. Estas aberturas tienen ranuras 42 y juntas tóricas 43 que se extienden alrededor de ellas. Estas evitar el escape del electrolito hacia los lados entre los chasis en sus caras que colindan 18, 20, que tienen la membrana entre ellos.

35

Las ocho aberturas 41 del chasis de paso están rodeadas en pares por cuatro ranuras 44 y juntas tóricas 45, que las dividen en un par para la alimentación del anolito, un par para el retorno del anolito, un par para la alimentación del catolito y un par para el retorno del catolito. El apilamiento se divide en las secciones terminales opuestas 46, 47. Solo uno de cada par está conectado a un paso local de flujo de alimentación o de retorno, contenido dentro de las juntas tóricas. El otro está conectado a la otra sección. Como se muestra en la figura 1, los pasos están indicados con los siguientes números de referencia:

45

Sección 46:

Alimentación de anolito 51

Retorno de anolito 52

Alimentación de catolito 53

50

Retorno de catolito 54

Sección 47:

Alimentación de anolito 55

Retorno de anolito 56

Alimentación de catolito 57

55

Retorno de catolito 58.

Los pasos de alimentación y de retorno del anolito 51, 52, 55, 56 conducen desde sus aberturas a las respectivas aberturas 61 de la parte 4 de cada chasis de paso a su cara plana 18. Aquí se dispone un rebaje de distribución 62, con elementos de dispersión 63, para distribuir/recoger el electrolito hacia el fieltro de grafito en la semicelda del

anolito. En el borde del rebaje y alrededor de toda la abertura 5 se disponen pinchos 64 para enganchar el borde del fieltro y localizarlo.

5 En la sección 46 del apilamiento, los pasos de alimentación y de retorno del anolito 51, 52 llevan el anolito desde el interior de las dos aberturas/conductos de alimentación del anolito a través del apilamiento y lo devuelven al interior de los dos conductos de retorno del anolito al otro extremo del chasis/lado del apilamiento. Por el contrario, en la otra sección terminal 47 del apilamiento, los pasos de alimentación y de retorno del anolito 55,56 están conectados a los dos conductos de anolito exteriores.

10 Los conductos de alimentación y de retorno del catolito están dispuestos de manera similar.

15 El resultado es que no existe una conexión eléctrica a través del electrolito en los conductos entre las celdas en los extremos opuestos del apilamiento. Los conductos interiores conectan las celdas en los extremos opuestos de la sección 46 y los exteriores conectan las celdas en los extremos opuestos de los conductos 47. Por lo tanto, aún existen trayectorias de derivación de corriente, pero solo a la mitad de la tensión de todo el apilamiento

20 Aún no se han descrito algunos detalles adicionales. Todos los pasos de alimentación y de retorno son de tipo serpentina, es decir, girados sobre sí mismos, entre sus aberturas 41 y sus aberturas transversales 61. Esto aumenta considerablemente su resistencia eléctrica, con respecto a la que sería si los pasos fuesen rectos. Este aumento de la resistencia reduce aún más la corriente de derivación.

25 Los pasos del catolito no tienen pasos transversales en los chasis de paso, pero se disponen pasos equivalentes 65 en los chasis de transferencia hasta rebajes de distribución similares 66, elementos de dispersión 67 y pinchos para el fieltro 68 en las caras 20 de los chasis. Estas caras también incluyen ranuras 69 y juntas tóricas 70 que se extienden alrededor de todos los elementos de la cara, con la excepción de los orificios ensanchados 21. Estas juntas tóricas tienen la función de evitar cualquier posible fuga en el interior de las juntas tóricas, por poco probable que sean tales fugas. Dentro de las ranuras 69, existen más ranuras 71 alrededor de las aberturas centrales 15 y dispuestas de manera que las juntas tóricas 72 se apoyen contra las membranas 30 y aíslen cualquier tendencia del electrolito a fugar hacia los bordes de la membrana.

30 Los electrolitos se alimentan hacia y desde el apilamiento por acoplamientos terminales 73 en una de las placas terminales 36 y conectados a los conductos formados de las aberturas 41. Las placas terminales llevan electrodos terminales (no mostrados) para el apilamiento.

35 Se considera que la realización descrita anteriormente tiene una pérdida por corriente en derivación ventajosamente mejorada, debido a que las aberturas y los conductos del electrolito en el apilamiento están duplicadas para la alimentación del electrolito a las secciones del apilamiento, a través de las cuales la tensión que induce la corriente de derivación se reduce de la tensión del apilamiento global

**REIVINDICACIONES**

1. Un apilamiento de celdas electroquímicas (1) que comprende una pluralidad de celdas dispuestas lado a lado en un apilamiento, teniendo cada celda:

- 5 • una membrana (30),
- una primera cavidad de semicelda (23) sobre un lado de la membrana y una segunda cavidad de semicelda (24) sobre el otro lado de la membrana,
- 10 • una placa de electrodo respectiva (7) en el lado de cada semicelda opuesta a la membrana, proporcionando cada placa de electrodo contacto entre las celdas adyacentes al menos para aquellas intermedias a las celdas,
- un par de chasis (2,3), uno para una semicelda (2) y el otro para la otra (3), en donde los chasis:
  - capturan la membrana (30) entre los mismos,
  - localizan las placas de electrodos (7) y
  - tienen:
    - 15 • márgenes continuos alrededor de vacíos centrales (5, 15) que proporcionan las cavidades de semicelda,
    - aberturas (41) en los márgenes continuos que proporcionan conductos para el flujo del electrolito a través del apilamiento para la distribución a las celdas, existiendo así respectivas aberturas y conductos tanto para la alimentación como para el retorno del anolito y del catolito a las celdas,
    - 20 • pasos de flujo del electrolito (51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58) en los márgenes continuos de uno u otro o ambos de los chasis del par para el flujo del electrolito desde una de las aberturas de los conductos, dentro y fuera de la semicelda y hasta otra de las aberturas de los conductos,

en el que:

- 25 • cada chasis tiene al menos dos aberturas para cada una de la alimentación y el retorno de cada uno del anolito y del catolito,
  - siendo una de dichas al menos dos aberturas para alimentación (51, 53) o para retorno (52, 54) a través de unos respectivos de los pasos de flujo del electrolito hacia y desde la semicelda definida por el chasis o a una semicelda adyacente, y
  - 30 • siendo la o cada una de dichas al menos dos aberturas para alimentación (55, 57) o para retorno (56, 58) a un semicelda remota en el apilamiento, a través de pasos de flujo respectivos en un chasis remoto;

siendo la disposición tal que el apilamiento está dividido en secciones (46, 47) correspondientes al número de aberturas para cada una de la alimentación y el retorno de anolito y de catolito, por lo que la tensión a lo largo de los conductos de anolito o catolito en contacto con las celdas de la sección es la tensión total del apilamiento reducida por el cociente entre el número de celdas de la sección y el número total de celdas.

2. Un apilamiento de celdas electroquímicas de acuerdo con la reivindicación 1, en el que las aberturas (51) y los conductos (51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 58) están duplicados, es decir, hay dos de cada tipo.

3. Un apilamiento de celdas electroquímicas de acuerdo con la reivindicación 1 o la reivindicación 2, en el que las celdas son rectangulares, proporcionándose los pasos de flujo de alimentación y de retorno en extremos cortos opuestos de los chasis (2, 3).

4. Un apilamiento de celdas electroquímicas de acuerdo con la reivindicación 1, la reivindicación 2 o la reivindicación 3, en el que todas las aberturas (41) para la alimentación y el retorno están en extremos cortos opuestos de los chasis.

5. Un apilamiento de celdas electroquímicas de acuerdo con la reivindicación 1, la reivindicación 2 o la reivindicación 3, en el que se proporcionan más de dos aberturas/conductos (41), para cada tipo de anolito/catolito y flujo/retorno, y están dispuestos tanto en el extremo como en los lados de los chasis.

6. Un apilamiento de celdas electroquímicas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, que incluye juntas (14, 70) entre los chasis adyacentes.

7. Un apilamiento de celdas electroquímicas de acuerdo con la reivindicación 6, en el que las juntas (14, 70) son juntas tóricas, con ranuras de posicionamiento en una o en ambas caras de los chasis.



8. Un apilamiento de celdas electroquímicas de acuerdo con la reivindicación 6 o la reivindicación 7, en el que:
- 5
- hay una junta que rodea las aberturas de cada tipo, junto con una junta respectiva dentro de cada una de estas juntas que sella la abertura o cada una de las aberturas que forman parte del conducto para el suministro remoto de electrolito desde la abertura para el suministro local a través de los pasos de flujo, y
  - los pasos de flujo conducen a sus semiceldas a través de aberturas del chasis.
- 10 9. Un apilamiento de celdas electroquímicas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada chasis (2, 3) tiene pasos de flujo que conducen desde los respectivos de la abertura que suministra localmente el electrolito, o uno de cada dos chasis alternos tiene todos los pasos de flujo (51, 52, 53, 54) que conducen desde/hasta las aberturas que suministran localmente el electrolito, estando estos pasos de flujo en una cara del chasis que está a nivel con una placa de electrodos entre celdas.
- 15
10. Un apilamiento de celdas electroquímicas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que cada paso de flujo desde su conducto tiene forma de serpentina o da al menos una vuelta sobre sí mismo, con el fin de aumentar la longitud del paso de flujo y la resistencia eléctrica a lo largo del mismo.
- 20 11. Un apilamiento de celdas electroquímicas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los pasos de flujo terminan en posiciones (61) del chasis que son comunes entre un paso de flujo de una de dichas al menos dos aberturas y el otro o cada uno de los otros de dichas al menos dos aberturas.
- 25 12. Un apilamiento de celdas electroquímicas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los pasos de flujo están cerrados por una cara del chasis siguiente del apilamiento de chasis.
- 30 13. Un apilamiento de celdas electroquímicas de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los pasos de flujo o las aberturas a través del chasis, en el caso de que existan, se abren a rebajes en los chasis para dispersar o recoger el flujo del electrolito a través de los extremos de las semiceldas.
- 35 14. Un apilamiento de celdas electroquímicas de acuerdo con las reivindicaciones anteriores, en el que las semiceldas están llenas de fieltro de grafito (25, 26) con el fin de mejorar el contacto eléctrico entre el electrolito y el electrodo de la semicelda.
15. Un apilamiento de celdas electroquímicas de acuerdo con las reivindicaciones anteriores, en el que las membranas (30) son membranas semipermeables sostenidas de manera hermética contra una cara plana de un chasis en un lado del mismo por medio de una junta llevada por un chasis situado en el otro lado.

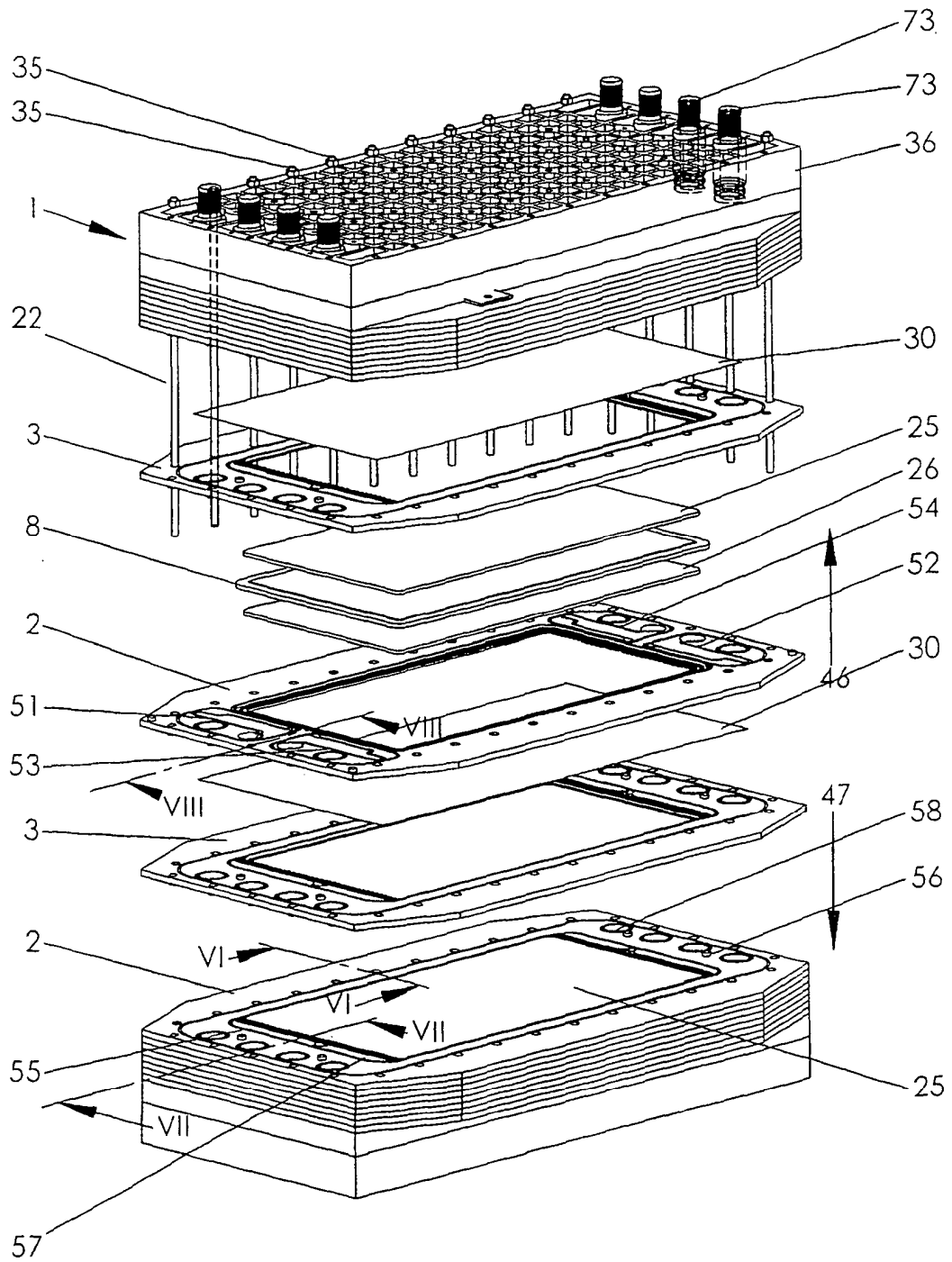


FIGURA 1

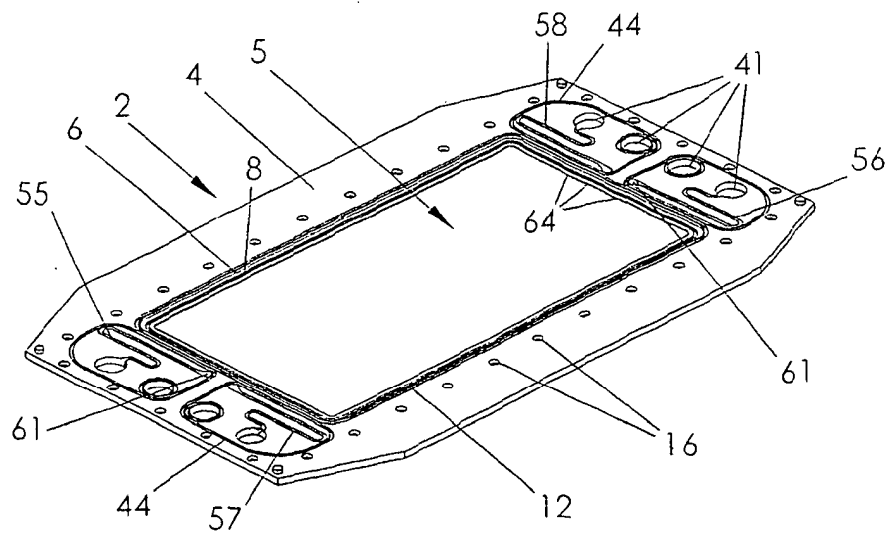


FIGURA 2

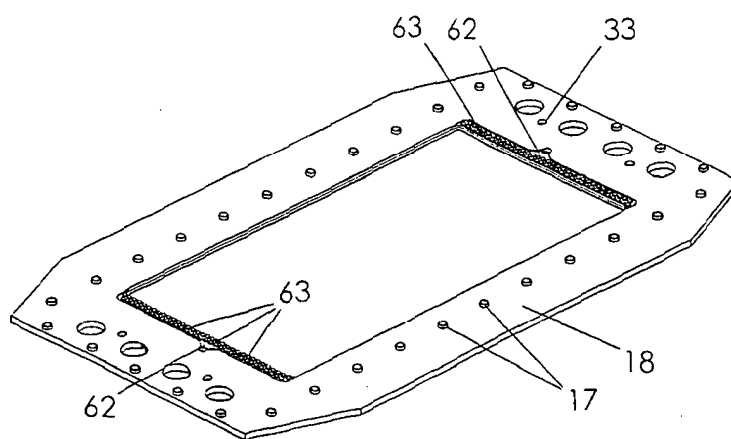


FIGURA 3

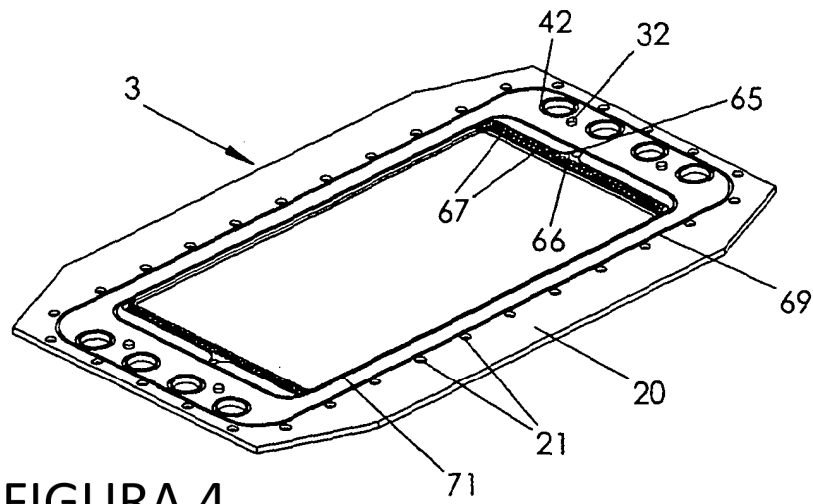


FIGURA 4

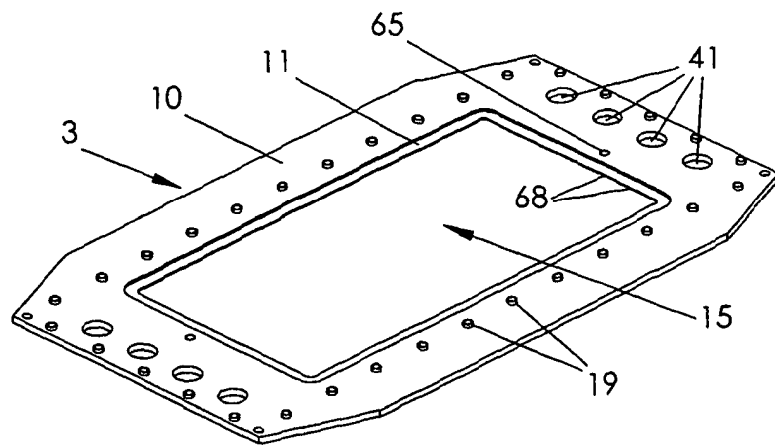


FIGURA 5

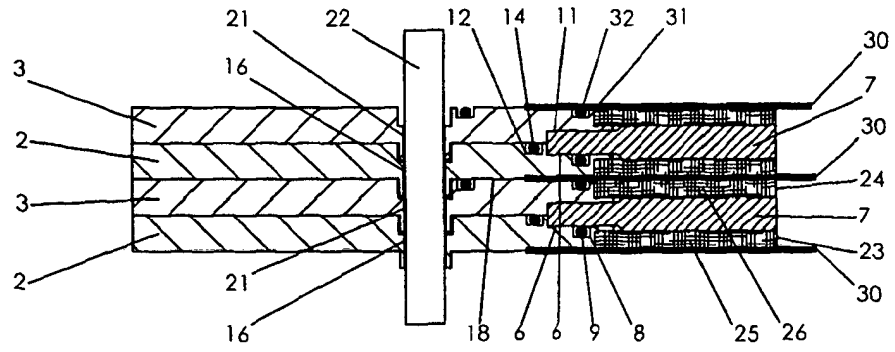


FIGURA 6

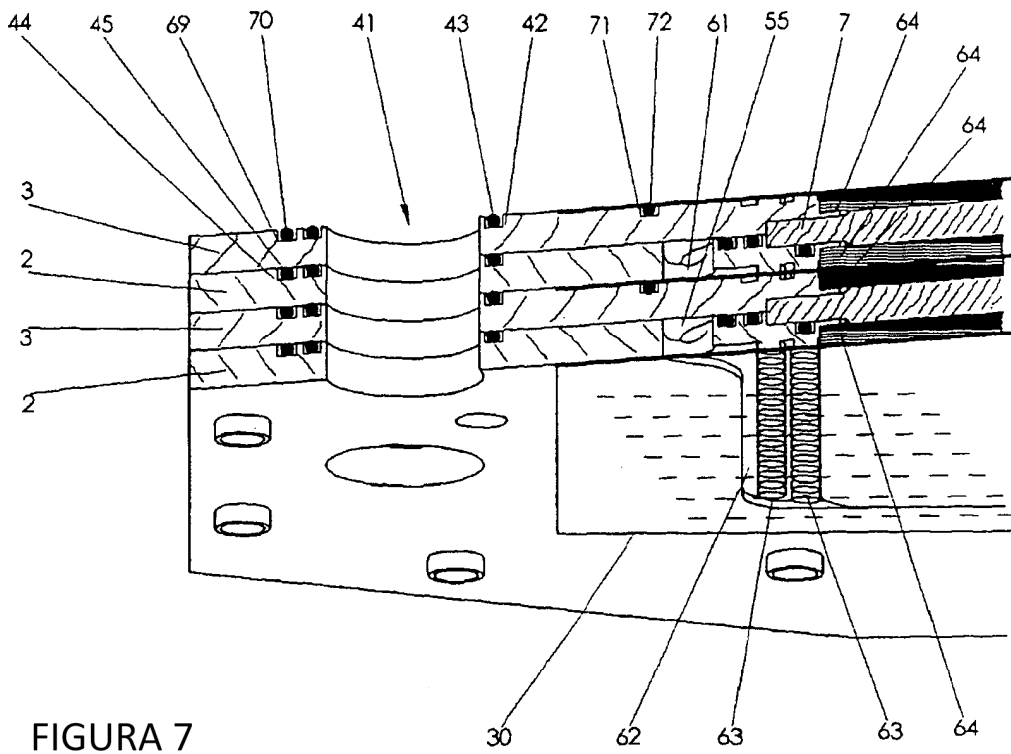


FIGURA 7

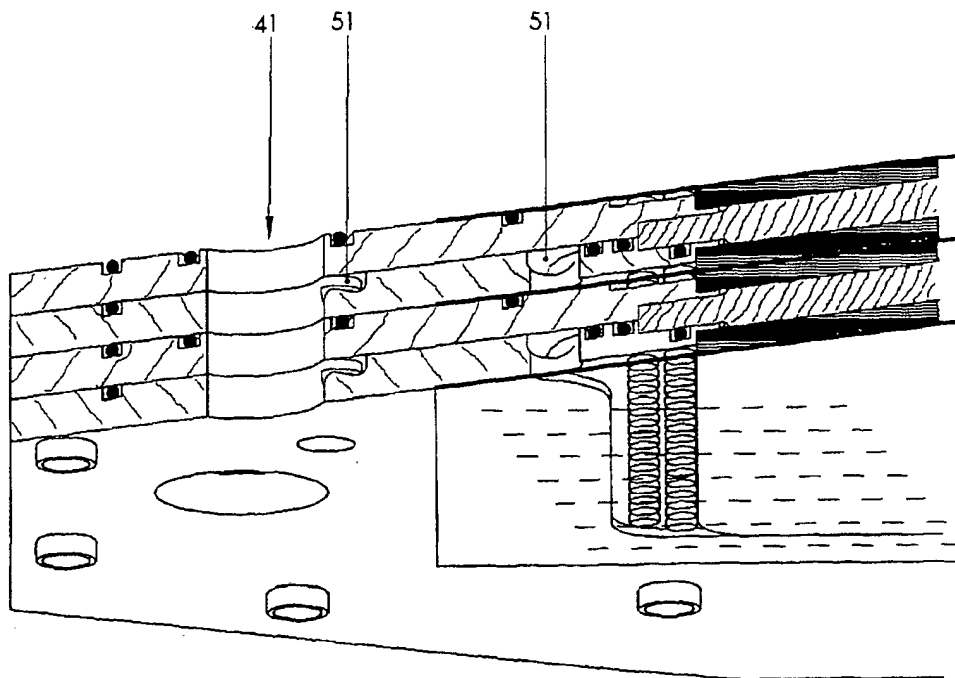


FIGURA 8