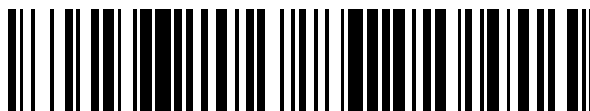


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 675 095**

51 Int. Cl.:

H01M (2006.01)

H01M 8/241 (2006.01)

H01M 8/023 (2006.01)

H01M 8/1018 (2006.01)

H01M (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.03.2010** **PCT/US2010/027004**

87 Fecha y número de publicación internacional: **15.09.2011** **WO11112195**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.03.2010** **E 10712203 (8)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **02.05.2018** **EP 2545609**

54 Título: **Celda de combustible con campo de flujo abierto**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la
traducción de la patente:
06.07.2018

73 Titular/es:

NUVERA FUEL CELLS, LLC (100.0%)
129 Concord Road, Building 1
Billerica, MA 01821, US

72 Inventor/es:

BLANCHET, SCOTT, C. y
CROSS, JAMES, C., III

74 Agente/Representante:

VALLEJO LÓPEZ, Juan Pedro

ES 2 675 095 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

Celda de combustible con campo de flujo abierto

- 5 La presente divulgación está generalmente relacionada con el campo de las celdas de combustible con membrana electrolítica de polímero.

Una celda de combustible con membrana electrolítica de polímero ("PEM") convencional comprende un paquete electroquímico (ECP), que comprende una membrana de polímero que sirve como electrolito, un ánodo en un lado de la membrana de polímero, y un cátodo en el otro lado de la membrana. El ánodo comprende un catalizador de electrodo de ánodo. El reactivo del gas combustible, por ejemplo hidrógeno, entra en contacto con el catalizador del electrodo anódico y puede disociarse para producir protones. La membrana de polímero, cuando está adecuadamente hidratada, permite que los protones migren a través de la membrana desde el ánodo hasta el cátodo. El cátodo comprende un catalizador de electrodo de cátodo. El reactivo del gas catódico, por ejemplo oxígeno, puede formar especies de oxígeno activado en el catalizador del electrodo del cátodo, que reaccionan con los protones para formar agua. Dichas celdas de combustible individuales pueden conectarse eléctricamente en serie, para formar una "pila de celdas de combustible". El documento US20020182472 da a conocer una pila de celdas de combustible de tipo PEM, con sus respectivos compartimentos de ánodo y cátodo.

20 La presente divulgación proporciona una pila de celdas de combustible con membrana electrolítica de polímero, que comprende una primera placa bipolar, una segunda placa bipolar, un paquete electroquímico (ECP) que comprende un cátodo, un ánodo y una membrana de polímero, interpuesta entre el cátodo y el ánodo. El ECP está dispuesto entre la primera y la segunda placa bipolar.

25 De acuerdo con la divulgación, la pila de celdas de combustible de membrana electrolítica de polímero comprende un compartimento de ánodo, dispuesto entre la primera placa bipolar y el ánodo, así como un compartimento de cátodo dispuesto entre la segunda placa bipolar y el cátodo. El compartimento de ánodo comprende al menos una entrada y al menos una salida para que el gas pueda entrar en el compartimento y salir del mismo. En ciertas realizaciones, el área geométrica del compartimento de ánodo es mayor que el área geométrica del ánodo. En otras realizaciones, el área geométrica del compartimento de cátodo es mayor que el área geométrica del cátodo. En realizaciones adicionales, el área geométrica del compartimento de ánodo es mayor que el área geométrica del ánodo, y el área geométrica del compartimento de cátodo es mayor que el área geométrica del cátodo.

35 En ciertas realizaciones, un campo de flujo está dispuesto dentro del ánodo y/o el compartimento de cátodo, y este campo de flujo puede elegirse entre, por ejemplo, una lámina metálica formada con perforaciones, una espuma metálica, una espuma de grafito, una malla metálica expandida, una malla de alambres metálicos y una lámina de metal poroso sinterizado.

40 En ciertas realizaciones adicionales, el campo de flujo dispuesto dentro del compartimento de ánodo y/o el compartimento de cátodo puede comprender al menos dos elementos elegidos entre una chapa metálica formada con perforaciones, una espuma metálica, una espuma de grafito, una malla metálica expandida, una malla de alambres metálicos y una lámina de metal poroso sinterizado.

45 En una realización adicional de la celda de combustible dada a conocer en el presente documento, la primera placa bipolar es una lámina de metal formada sin perforaciones. Algunos ejemplos de dicha lámina formada incluyen una lámina metálica formada que comprende protuberancias, en contacto directo con el ánodo.

50 En algunas realizaciones de la pila de celdas de combustible de acuerdo con la presente divulgación, el área geométrica del ánodo es igual que el área geométrica del cátodo. En otras realizaciones, el área geométrica del ánodo es diferente del área geométrica del cátodo.

Las Figuras 1a-1c ilustran ciertas realizaciones de la pila de celdas de combustible proporcionada en la presente divulgación descripción.

La Figura 2 ilustra otra realización de la pila de celdas de combustible.

55 La Figura 3 presenta datos experimentales, que comparan el rendimiento de las pilas de celdas de combustible.

Como se da a conocer en el presente documento, un conjunto de electrodo de membrana ("MEA") comprende una membrana de polímero, que comprende un ánodo en un lado y un cátodo en el lado contrario. Un medio conductor, conocido como capa de difusión de gas ("GDL"), puede fijarse o situarse adyacente a uno o ambos lados del MEA. La capa de difusión de gas puede estar fabricada con papel carbón, tela de grafito u otros materiales porosos, flexibles y eléctricamente conductores, o conjuntos compuestos de los mismos.

65 En ciertas realizaciones, puede aplicarse un catalizador de electrodo directamente sobre la superficie de la membrana de polímero. En realizaciones adicionales, el catalizador de electrodo puede incorporarse a una capa catalizadora adyacente a la membrana de polímero. Alternativamente, el catalizador de electrodo puede aplicarse sobre una capa de difusión de gas, que luego se fija químicamente, se fija mecánicamente o se coloca adyacente a

la membrana de polímero, de modo que el catalizador de electrodo quede interpuesto entre la capa de difusión de gas y la membrana de polímero. En ciertas realizaciones, la capa de difusión de gas no resulta necesaria para el funcionamiento de la celda de combustible.

5 Como se da a conocer en el presente documento, un paquete electroquímico ("ECP") se refiere a un componente que comprende un MEA: (1) con capas de difusión de gas fijadas a ambos lados; (2) con solo una capa de difusión de gas fijada a un lado; o (3) sin capa de difusión de gas adjunta. En consecuencia, el ánodo se refiere a la parte del ECP que contiene el catalizador de ánodo, y el cátodo se refiere a la parte del ECP que contiene el catalizador de cátodo, con o sin capa de difusión de gas fijada a la misma. Un electrodo se refiere al ánodo o al cátodo.

10 Tal como se usa en el presente documento, el ánodo está expuesto a un gas combustible (es decir, el gas anódico) en una celda de combustible. El reactivo del gas combustible, por ejemplo hidrógeno, puede experimentar reacciones catalíticas cuando entra en contacto con el catalizador de ánodo.

15 Tal como se usa en el presente documento, el cátodo está expuesto a un gas oxidante (es decir, el gas catódico). El reactivo del gas catódico, por ejemplo el oxígeno, puede experimentar una reacción catalítica cuando entra en contacto con el catalizador del cátodo.

20 Tal como se usa en el presente documento, un componente de celda de combustible está en contacto directo con un electrodo del ECP si puede estar en contacto directo con el catalizador, en contacto directo con la capa catalizadora, o en contacto directo con la capa de difusión de gas. Tal como se usa en el presente documento, el área geométrica de un ánodo o un cátodo se refiere al área planar, proyectada, de la porción de la membrana de polímero que está cubierta por o en contacto directo con un catalizador de electrodo, comúnmente denominada área activa del ánodo o del cátodo por los expertos en la industria de celdas de combustible.

25 Tal como se usa en el presente documento, una placa separadora, también conocida como placa bipolar, se refiere a una barrera de gas eléctricamente conductora. La placa bipolar puede estar compuesta, por ejemplo, de grafito o de metal. El compartimento de ánodo se refiere al espacio entre una primera placa bipolar y el ánodo, mientras que el compartimento de cátodo se refiere al espacio entre una segunda placa bipolar y el cátodo. Tal como se usa en el presente documento, un compartimento de celda de combustible se refiere a un compartimento de ánodo o un compartimento de cátodo.

30 Un compartimento de celda de combustible puede estar encerrado en su periferia, en la dirección plana, por un sello de gas. El sello de gas tiene unas aberturas que sirven como entradas o salidas de gas, para el compartimento de celda de combustible. Las entradas y salidas del compartimento están conectadas de manera fluida a colectores de gas, que son conductos de fluido que conectan las entradas con una fuente de gas, o que conectan las salidas con un punto de salida de gas. Un ejemplo de un sello de gas es una junta con aberturas que permita la entrada o la salida de gas con respecto al compartimento de ánodo o cátodo.

40 Tal como se usa en el presente documento, un campo de flujo es un elemento estructural dispuesto entre un ECP y una placa bipolar, en una orientación planar en paralelo con la placa bipolar, que permita el flujo de gas a través del mismo y esté encerrado en su periferia por un sello de gas, que tiene entradas y salidas con respecto a uno o más colectores de gas. Sin soporte estructural, un compartimento de celda de combustible puede colapsarse bajo presión durante el ensamblaje de la pila de celdas de combustible, haciendo que una porción significativa del electrodo quede inaccesible para el gas reactivo. Un campo de flujo deberá presentar cierto grado de integridad estructural, para que no se colapse por completo bajo presión.

50 Un campo de flujo también deberá facilitar la distribución uniforme del gas reactivo al electrodo. El área de contacto entre el campo de flujo y el electrodo debe ser pequeña para que la mayor parte del área del electrodo sea accesible para el gas reactivo, pero que al mismo mantenga una buena conductividad eléctrica. Adicionalmente, resulta deseable que el campo de flujo no cree una caída de presión excesiva en el flujo de gas reactivo.

55 Un campo de flujo abierto se refiere a una estructura en la que cualquier punto dentro del campo de flujo puede pertenecer a varias vías de fluido, es decir múltiples vías de fluido intersecan en ese punto. Por ejemplo, en un campo de flujo abierto, un fluido puede seguir dos o más vías desde cualquier punto dentro del campo de flujo, hasta una salida. Por el contrario, en un campo de flujo que tenga canales discretos que enlacen una entrada y una salida, el fluido de un canal solo puede seguir una vía, definida por ese canal, hasta la salida.

60 Un material adecuado como campo de flujo abierto es una espuma porosa. Una pieza de espuma tiene una estructura reticulada, con una red interconectada de ligamentos y vacíos interconectados dentro del límite geométrico definido por el contorno de la espuma metálica. Debido a esta estructura única, el material de espuma en un estado no comprimido puede tener una porosidad que alcance más del 50 %, tal como por ejemplo más del 60 %, más del 70 %, más del 75 %, más del 80 %, más del 85 %, más del 90 %, más del 95 % y más del 98 %.

65 La red de vacíos interconectados forma vías que se extienden por toda la espuma. Por consiguiente, un fluido que entre en la estructura porosa por un punto en su límite geométrico puede seguir varias rutas diferentes, para

alcanzar una ubicación dentro de la espuma o en otro límite de la misma. La espuma puede fabricada con metal o con grafito. Por ejemplo, Porvair Advanced Materials, Inc comercializa espumas metálicas. También se comercializan espumas de grafito, por ejemplo, Poco Graphite, Inc., de Decatur, TX.

5 Otro ejemplo de estructuras porosas adecuadas a modo de campo de flujo abierto incluye una malla metálica expandida. Una malla metálica expandida está compuesta por láminas de metal sólido, que están uniformemente cortadas y estiradas para crear aberturas con ciertas formas geométricas, por ejemplo forma de diamante. En un metal expandido estándar, cada hilera de aberturas en forma de diamante está descentrada con respecto a la siguiente, creando una estructura irregular. La lámina metálica expandida estándar puede enrollarse para producir un metal expandido aplanado. Otra estructura porosa adecuada como campo de flujo abierto es una malla de alambres de metal. Puede fabricarse tejiendo o soldando entre sí alambres de metal. Tanto la malla de alambres de metal como la malla metálica expandida están comercializadas, por ejemplo por Mechanical Metals, Inc., de Newtown, PA. Cuando se usan a modo de campo de flujo abierto, la malla metálica expandida y la malla de alambres de metal pueden procesarse primero, para formar una forma geométrica no plana.

15 Un ejemplo adicional de una estructura porosa adecuada como campo de flujo abierto es una lámina metálica formada, con perforaciones. Tal como se usa en el presente documento, una lámina metálica formada se refiere a una lámina metálica que tiene una forma geométrica no plana. Puede tener una superficie elevada o en relieve. Puede ser una lámina de metal corrugado con rebordes y surcos ondulantes. También puede tener indentaciones y protuberancias discontinuas.

Una vez provista de un número suficiente de perforaciones, una lámina metálica formada puede usarse como campo de flujo abierto, permitiendo que los fluidos fluyan por el compartimento de la celda de combustible con poca restricción. Tal lámina metálica perforada puede tener matrices repetidas de perforaciones, por ejemplo, orificios redondos, orificios hexagonales, orificios cuadrados, orificios ranurados, etc. Puede estamparse para formar rebordes y surcos ondulados, o indentaciones y protuberancias, u otras formas geométricas. Ejemplos de láminas metálicas perforadas son las comercializadas por McNichols Co., Tampa, FL.

30 Una lámina metálica formada sin perforaciones también puede servir como un campo de flujo abierto. Un ejemplo es una lámina metálica formada que tenga matrices de protuberancias. Las puntas de las protuberancias hacen contacto con el ECP, creando un espacio vacío continuo entre el ECP y el resto de la lámina metálica. Como resultado, un fluido podrá desplazarse desde un punto en el vacío continuo hasta otro punto a través de múltiples vías. En este caso, puede interponerse la lámina metálica formada entre la placa bipolar y el ECP. Sin embargo, la placa bipolar en sí misma puede ser una lámina metálica formada, de modo que funcione como separador de gases y también como campo de flujo.

40 Una lámina metálica formada puede fabricarse mediante un proceso de formación de láminas metálicas, tal como estampado. También pueden formarse canales mediante la eliminación de parte del material de la superficie, como el grabado y el grabado con láser, de modo que el grosor de la chapa varía. Se pueden formar canales cerrados entre la superficie elevada de una lámina de metal formada con una superficie plana adyacente, tal como un ECP.

45 A diferencia de los campos de flujo abiertos, algunos campos de flujo no abiertos contienen una pluralidad de vías de flujo discretas, que están separadas físicamente y son distintas entre sí. Un ejemplo de esto es una placa bipolar de grafito, que tiene canales discretos moldeados en su superficie. Cada canal conecta una entrada con una salida del compartimento de celda de combustible. En tal caso, las crestas y los valles de los canales crean un espacio entre la estructura general de la placa bipolar y el ECP, formando una vía cerrada para el paso de fluido a través de la misma. En esta estructura, además de la difusión de gas en el ECP, la mayor parte del fluido de gas fluye por dentro del canal desde la entrada hasta la salida. La disposición de los canales puede variar, pudiendo un canal dividirse en múltiples canales y pudiendo múltiples canales fusionarse en uno, por ejemplo, creando por lo tanto 50 ubicaciones en el campo de flujo en las que intersequen múltiples canales. Sin embargo, el número de tales ubicaciones es finito, y en la mayor parte del campo de flujo el fluido gaseoso tiene solo una vía, que está definida por la sección del canal en la que reside el fluido de gas.

55 Tal como se usa en el presente documento, la forma del compartimento de celda de combustible se refiere a la forma del compartimento en la dirección plana. Puede tener cualquier forma bidimensional, por ejemplo poligonal, curvilínea, o una combinación de las mismas. El área geométrica del compartimento de celda de combustible es el área del compartimento de ánodo o de cátodo, en la dirección plana. Cuando se usa una junta para sellar el compartimento de celda de combustible (pero dejando abiertas ciertas entradas y salidas para el fluido), tanto la forma geométrica como el área geométrica del compartimento de celda de combustible están determinadas por la forma y el tamaño de la porción central hueca de la junta.

65 En algunas realizaciones de la presente divulgación, la forma del compartimento de celda de combustible es sustancialmente rectangular, lo que significa que la forma puede ser un cuadrilátero con cuatro ángulos rectos, pero también incluye aquellas realizaciones en las que una o más de las cuatro esquinas del rectángulo son redondeadas. En ciertas realizaciones, las entradas del compartimento de celda de combustible pueden estar ubicadas en un lado del rectángulo, mientras que las salidas estarán ubicadas en el lado opuesto.

En otras realizaciones de la presente divulgación, la forma del compartimento de celda de combustible es curvilínea, por ejemplo circular, ovalada u oblonga. El compartimento de celda de combustible también puede configurarse para que tenga una porción hueca en su centro, por ejemplo en forma de un anillo. Sin embargo, tanto la porción hueca como la periferia exterior del compartimento de pila de combustible pueden adoptar cualquier forma, rectangular o curvilínea. En estos diseños, las entradas del compartimento de celda de combustible pueden estar ubicadas en la periferia de la porción hueca, y las salidas pueden estar ubicadas en la periferia exterior, o viceversa.

En ciertas realizaciones de la pila de celdas de combustible dada a conocer en el presente documento, el área geométrica del compartimento de ánodo es mayor que el área geométrica del ánodo. En otras realizaciones, el área geométrica del compartimento de cátodo es mayor que el área geométrica del cátodo. En realizaciones adicionales, el área geométrica del compartimento de ánodo y/o de cátodo es la misma que el área geométrica del ánodo y/o del cátodo, respectivamente. Por ejemplo, el área geométrica del compartimento de celda de combustible puede variar desde 2 cm² a 2400 cm², mientras que el área geométrica del electrodo puede variar desde 2 cm² a 2000 cm².

Así, el área geométrica del compartimento de celda de combustible puede variar en ciertas realizaciones, por ejemplo, desde 25 cm² a 2000 cm², tal como desde 50 cm² a 1500 cm², desde 75 cm² a 1250 cm², desde 100 cm² a 1000 cm², desde 150 cm² a 750 cm², desde 175 cm² a 500 cm², y desde 200 cm² a 350 cm². En otras realizaciones, el área geométrica del compartimento de celda de combustible puede variar, por ejemplo, desde 2 cm² a 100 cm², tal como desde 5 cm² a 75 cm², desde 10 cm² a 50 cm², y desde 15 cm² a 35 cm². En realizaciones adicionales, el área geométrica del compartimento de celda de combustible puede variar, por ejemplo, desde 800 cm² a 2000 cm², tal como desde 900 cm² a 1700 cm², desde 1000 cm² a 1500 cm², y desde 1100 cm² a 1300 cm².

De manera similar, el área geométrica del electrodo puede variar en ciertas realizaciones, por ejemplo, desde 25 cm² a 2000 cm², tal como desde 50 cm² a 1500 cm², desde 75 cm² a 1250 cm², desde 100 cm² a 1000 cm², desde 150 cm² a 750 cm², desde 175 cm² a 500 cm², y desde 200 cm² a 300 cm². En otras realizaciones, el área geométrica del compartimento de celda de combustible puede variar, por ejemplo, desde 2 cm² a 100 cm², tal como desde 5 cm² a 75 cm², desde 10 cm² a 50 cm², y desde 15 cm² a 35 cm². En realizaciones adicionales, el área geométrica del compartimento de celda de combustible puede variar, por ejemplo, desde 600 cm² a 2000 cm², tal como desde 700 cm² a 1500 cm², desde 800 cm² a 1300 cm², y desde 900 cm² a 1100 cm².

En una realización de la pila de celdas de combustible dada a conocer en el presente documento, asumiendo una distancia más corta entre cualquiera de la al menos una entrada del compartimento de ánodo y el ánodo es m, y que la distancia más corta entre la misma al menos una entrada del compartimento de ánodo y al menos una salida del compartimento de ánodo es L, el valor de m/L varía de 1 a 30. Adicionalmente, este valor puede variar desde, por ejemplo, el 1 % al 20 %, desde el 1 % al 15 %, desde el 2 % al 25 %, desde el 2 % al 20 %, desde el 2 % al 15 %, desde el 2 % al 10 %, desde el 3 % al 20 %, desde el 3 % al 15 %, desde el 3 % al 10 %, desde el 4 % al 15 %, desde el 4 % al 10 %, desde el 4 % al 8 %, desde el 5 % al 12 %, desde el 5 % al 8 %, y desde el 6 % al 10 %.

En otra realización dada a conocer en el presente documento, asumiendo que la distancia más corta entre cualquiera de la al menos una salida del compartimento de ánodo y el ánodo es n, y que la distancia más corta entre cualquiera de la al menos una entrada del compartimento de ánodo y la misma al menos una salida del compartimento de ánodo es L, el valor de n/L varía de 1 a 30. Adicionalmente, este valor puede variar desde, por ejemplo, el 1 % al 20 %, desde el 1 % al 15 %, desde el 2 % al 25 %, desde el 2 % al 20 %, desde el 2 % al 15 %, desde el 2 % al 10 %, desde el 3 % al 20 %, desde el 3 % al 15 %, desde el 3 % al 10 %, desde el 3 % al 8 %, y desde el 3 % al 6 %.

En una realización adicional de la pila de celdas de combustible dada a conocer en el presente documento, cuando la distancia más corta entre cualquiera de la al menos una entrada del compartimento de cátodo y el cátodo es m, y la distancia más corta entre la misma al menos una entrada del compartimento de cátodo y al menos una salida del compartimento de cátodo es L, el valor de m/L varía del 1 % al 30 %, por ejemplo, del 1 % al 20 %, del 1 % al 15 %, del 2 % al 25 %, del 2 % al 20 %, del 2 % al 15 %, del 2 % al 10 %, del 3 % al 20 %, del 3 % al 15 %, del 3 % al 10 %, del 4 % al 15 %, del 4 % al 10 %, del 4 % al 8 %, del 5 % al 12 %, del 5 % al 8 %, y del 6 % al 10 %.

En una realización adicional dada a conocer en el presente documento, cuando la distancia más corta entre cualquiera de la al menos una salida del compartimento de cátodo y el cátodo es n, y la distancia más corta entre cualquiera de la al menos una entrada del compartimento de cátodo y la misma al menos una salida del compartimento de cátodo es L, la relación de n/L varía del 1 % al 30 %, por ejemplo, del 1 % al 20 %, del 1 % al 15 %, del 2 % al 25 %, del 2 % al 20 %, del 2 % al 15 %, del 2 % al 10 %, del 3 % al 20 %, del 3 % al 15 %, del 3 % al 10 %, del 3 % al 8 %, y del 3 % al 6 %.

Tal como se usa en el presente documento, la distancia más corta entre una entrada y el ánodo o entre una entrada y una salida significa la distancia más corta que el fluido puede recorrer desde la entrada hasta el ánodo o salida. En consecuencia, cuando no existe una barrera entre el ánodo y cierta entrada, la distancia más corta será la longitud de la línea recta más corta que une el ánodo y la entrada. Del mismo modo, suponiendo que no exista una barrera entre una entrada y una salida de un compartimento de celda de combustible, la distancia más corta será la longitud de la línea recta que une la entrada y la salida. Sin embargo, si existe una barrera que interseque con dicha línea

recta, el flujo de gas tendrá que desplazarse alrededor de la barrera, lo que añade distancia del flujo de gas a la distancia de recorrido entre la entrada y la salida. En el caso de un campo de flujo abierto, por ejemplo como pasa con una espuma metálica, en el que la porosidad sea elevada (por ejemplo, superior al 50 %) y la escala de longitud del material estructural (es decir, el diámetro del ligamento en una espuma metálica) sea pequeña (por ejemplo, del orden de milímetros o menos, por ejemplo de 1 a 500 micras), la distancia adicional a recorrer por el fluido para eludir el material estructural puede ser insignificante.

En ciertas realizaciones de la pila de celdas de combustible dada a conocer en el presente documento, el campo de flujo puede llenar todo el compartimiento de celda de combustible. En este caso, la forma y el área geométrica del campo de flujo serán sustancialmente iguales a las del compartimiento de celda de combustible. En ciertas otras realizaciones, el campo de flujo puede ocupar solo una porción del compartimiento de celda de combustible, dejando sin llenar cierto espacio dentro del compartimiento. En realizaciones adicionales, el campo de flujo puede comprender diferentes materiales. Por ejemplo, una sección del campo de flujo puede comprender una espuma metálica, mientras que otras pueden contener una pantalla metálica, una malla metálica, una lámina metálica expandida, una espuma de grafito, una lámina metálica formada con o sin perforaciones, o una lámina metálica porosa sinterizada.

La Figura 1a ilustra una realización de la pila de celdas de combustible dada a conocer en el presente documento. La parte 104 representa una junta. La parte 101 representa un ECP, que está situado delante de la parte 104. El área sombreada 103 representa el ánodo que está en el lado del ECP 101 alejado del observador. Con fines de ilustración, el ECP 101 se muestra transparente, excepto por el área del ánodo 103. Una placa bipolar, no mostrada en la Figura 1a por simplicidad, está situada detrás de la junta 104. En esta realización, la junta 104 tiene una porción central hueca, mientras que el ECP 101 y la placa bipolar tienen superficies planas. En una celda de combustible ensamblada, el ECP 101, la junta 104 y la placa bipolar están apretadas entre sí, encerrando la porción central de la junta 104 para formar un compartimiento 109 de ánodo.

El área sombreada 107 está hundida con respecto al resto de la superficie de la junta 104 y, cuando se presiona la misma contra el ECP 101, forma un canal. El canal 107 tiene una serie de aberturas 108a - 108i dispuestas en forma de peine. El gas anódico entra en el canal 107 a través de la abertura 105. Fluye desde el canal 107 al compartimiento 109 de ánodo, a través de las aberturas 108a - 108i. Por lo tanto, las aberturas 108a - 108i son las entradas del compartimiento de ánodo.

Como se muestra en la Figura 1a, el ánodo 103 y las aberturas 108a - 108i no son adyacentes entre sí. Todas las puntas de las aberturas 108a - 108i residen en la Línea A, mientras que la periferia del ánodo está en la Línea B. En este caso, la Línea A y la Línea B son sustancialmente paralelas, de modo que la distancia más corta entre las mismas es una línea imaginaria perpendicular tanto a la Línea A como a la línea B, cuya longitud se muestra con la referencia 102.

Adicionalmente, dado que en esta realización la Línea A y la Línea B son paralelas, la distancia más corta desde cualquiera de las aberturas 108a - 108i hasta el ánodo es la misma. Sin embargo, esto no será cierto en las realizaciones de pilas de celdas de combustible en las que la Línea A y la Línea B no sean paralelas y/o sean curvilíneas. En esos casos, podría ser que solo una de las entradas al compartimiento de ánodo presente la distancia más corta al ánodo.

Por ejemplo, la Figura 1b muestra una realización que difiere de la realización representada en la Figura 1a en que la línea B de la Figura 1b está inclinada hacia abajo, alejándose de la línea A. En consecuencia, solo la abertura 108a tiene la distancia más corta a la línea B. En la Figura 1c, la Línea B es un semicírculo y, en la realización representada en esta figura, solo la abertura 108e tiene la distancia más corta a la Línea B. Las variaciones de las relaciones de posición entre la entrada del compartimiento de ánodo y el ánodo son numerosas. Sin embargo, existe un valor único para la distancia más corta entre cualquiera de la una o más entradas del compartimiento de ánodo al ánodo.

La Figura 2 muestra otra realización de la pila de celdas de combustible de acuerdo con la presente divulgación. En la Figura 1a y la Figura 2, las mismas partes están etiquetadas con los mismos números. El área sombreada 207 representa un canal con aberturas 208a - 208i al compartimiento 109 de ánodo. Las aberturas 208a - 208i son la salida del compartimiento de ánodo. El gas procedente del compartimiento 109 de ánodo entra en el canal 207, a través de las aberturas 208a - 208i, y sale de la junta 104 a través de la abertura 205. En esta realización, la periferia del ánodo 103, línea C, está separada de la línea D, en la que residen las puntas de todas las aberturas 208a - 208i.

El espacio entre las entradas al compartimiento de ánodo y el ánodo puede llenarse con un campo de flujo abierto, o puede dejarse vacío, creando una zona intermedia entre las mismas. Como el gas anódico ingresa en el compartimiento de ánodo a través de entradas discretas, la distribución del gas en las inmediaciones de las entradas puede ser irregular. Sin querer limitarse a ninguna teoría en particular, la creación de una zona intermedia puede permitir que las múltiples corrientes de gas anódico se mezclen y desarrollen un flujo más homogéneo, antes de entrar en contacto con el ánodo, lo que mejora el rendimiento de la celda de combustible. Por otro lado, la zona intermedia entre el ánodo y las salidas del compartimiento de ánodo puede beneficiar el rendimiento de la celda de

combustible, al permitir la acumulación de agua líquida en el área inerte del ECP, reduciendo así las reacciones electroquímicas no deseadas en dicha área.

5 La Figura 3 muestra el voltaje de una pila de celdas de combustible, en la que hay un área inerte entre la entrada del compartimento de ánodo y el ánodo (Pila A), en comparación con una en la que el ánodo está situado inmediatamente adyacente a la entrada del compartimento de ánodo. (Pila B). Se observó que la Pila A estuvo en funcionamiento durante aproximadamente 3400 horas antes de que su voltaje se redujera a aproximadamente 0,93 V. La pila B, sin embargo, funcionó solo unas 2000 horas antes de que su voltaje se redujera a aproximadamente 0,93 V.

10

REIVINDICACIONES

1. Una pila de celdas de combustible con membrana electrolítica de polímero, que comprende:

- 5 una primera placa bipolar;
- una segunda placa bipolar;
- un paquete electroquímico que comprende un cátodo, un ánodo y una membrana de polímero, interpuesta entre el cátodo y el ánodo;
- 10 un compartimiento de ánodo dispuesto entre la primera placa bipolar y el ánodo, comprendiendo el compartimiento de ánodo al menos una entrada y al menos una salida;
- un compartimiento de cátodo dispuesto entre la segunda placa bipolar y el cátodo, comprendiendo el compartimiento de cátodo al menos una entrada y al menos una salida; y
- 15 en la que el área geométrica del compartimiento de ánodo es mayor que el área geométrica del ánodo, en donde la distancia más corta entre cualquiera de la al menos una entrada del compartimiento de ánodo y el ánodo es m , la distancia más corta entre la misma al menos una entrada del compartimiento de ánodo y cualquiera de la al menos una salida del compartimiento de ánodo es L , y m/L varía del 1 % al 30 %
- y/o
- 20 en la que el área geométrica del compartimiento de cátodo es mayor que el área geométrica del cátodo, en donde la distancia más corta entre cualquiera de la al menos una entrada del compartimiento de cátodo y el cátodo es m , la distancia más corta entre la misma al menos una entrada del compartimiento de cátodo a cualquiera de la al menos una salida del compartimiento de cátodo es L , y m/L varía del 1 % al 30 %.

2. La pila de celdas de combustible de la reivindicación 1, en la que m/L varía del 2 % al 25 %, preferentemente del 4 % al 15 %.

25 3. La pila de celdas de combustible de la reivindicación 1, en la que la distancia más corta entre cualquiera de la al menos una salida del compartimiento de ánodo y el ánodo es n , la distancia más corta entre cualquiera de la al menos una entrada del compartimiento de ánodo y la misma al menos una salida del compartimiento de ánodo es L , y n/L varía del 1 % al 30 %.

30 4. La pila de celdas de combustible de la reivindicación 1, en la que la distancia más corta entre cualquiera de la al menos una salida del compartimiento de cátodo y el cátodo es n , la distancia más corta entre cualquiera de la al menos una entrada del compartimiento de cátodo y la misma al menos una salida del compartimiento de cátodo es L , y n/L varía del 1 % al 30 %.

35 5. La celda de pilas de combustible de una de las reivindicaciones 3 o 4, en la que n/L varía del 1 % al 15 %, preferentemente del 2 % al 10 %.

40 6. La pila de celdas de combustible de la reivindicación 1, que comprende adicionalmente un campo de flujo dispuesto dentro del compartimiento de ánodo y/o que comprende adicionalmente un campo de flujo dispuesto dentro del compartimiento de cátodo.

45 7. La pila de celdas de combustible de la reivindicación 6, en la que el campo de flujo se elige de entre una lámina metálica formada con perforaciones, una espuma metálica, una espuma de grafito, una malla metálica expandida, una malla de alambres metálicos y una lámina metálica porosa sinterizada.

50 8. La pila de celdas de combustible de la reivindicación 7, en la que el campo de flujo comprende al menos dos materiales elegidos de entre una lámina metálica formada con perforaciones, una espuma metálica, una espuma de grafito, una malla metálica expandida, una malla de alambres metálicos y una lámina metálica porosa sinterizada.

9. La pila de celdas de combustible de la reivindicación 1, en la que la primera placa bipolar y/o dicha segunda placa bipolar son una lámina metálica formada sin perforaciones.

55 10. La pila de celdas de combustible de la reivindicación 9, en la que la lámina metálica formada sin perforaciones de dicha primera placa bipolar comprende adicionalmente unas protuberancias, en contacto directo con el ánodo, y/o en la que la lámina metálica formada sin perforaciones de dicha segunda placa bipolar comprende adicionalmente unas protuberancias en contacto directo con el cátodo.

60 11. La pila de celdas de combustible de la reivindicación 1, en la que el área geométrica del cátodo es igual al área geométrica del ánodo.

65 12. La pila de celdas de combustible de la reivindicación 1, en la que la forma geométrica del compartimiento de ánodo y/o la forma geométrica del compartimiento de cátodo son sustancialmente rectangulares, teniendo al menos una entrada en un lado del rectángulo y al menos una salida en el lado opuesto del rectángulo.

13. La pila de celdas de combustible de la reivindicación 1, en la que la forma geométrica del compartimiento de

ánodo y/o la forma geométrica del compartimento de cátodo son curvilíneas.

14. La pila de celdas de combustible de la reivindicación 1, en la que el área geométrica del compartimiento de ánodo y/o el área geométrica del compartimento de cátodo varían desde 2 cm^2 hasta 2400 cm^2 .

5 15. La pila de celdas de combustible de la reivindicación 1, en la que el área geométrica del ánodo y/o el área geométrica del cátodo varían desde 2 cm^2 a 2000 cm^2 .

Figura 1a

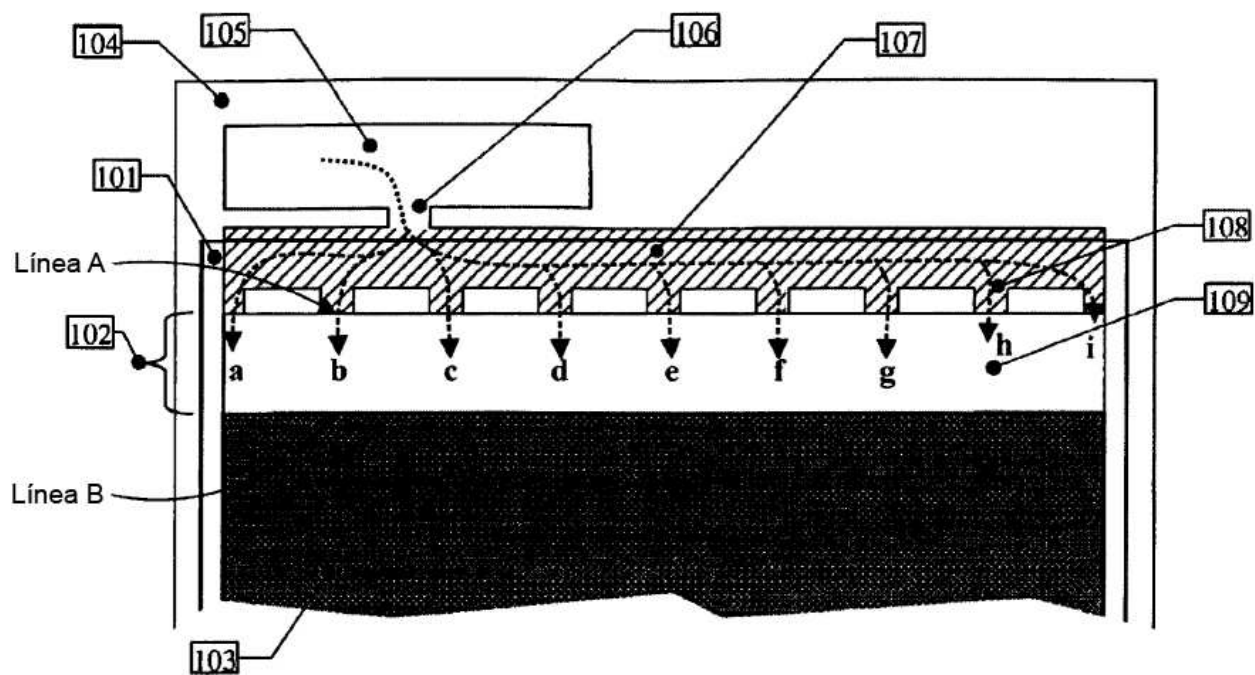


Figura 1b

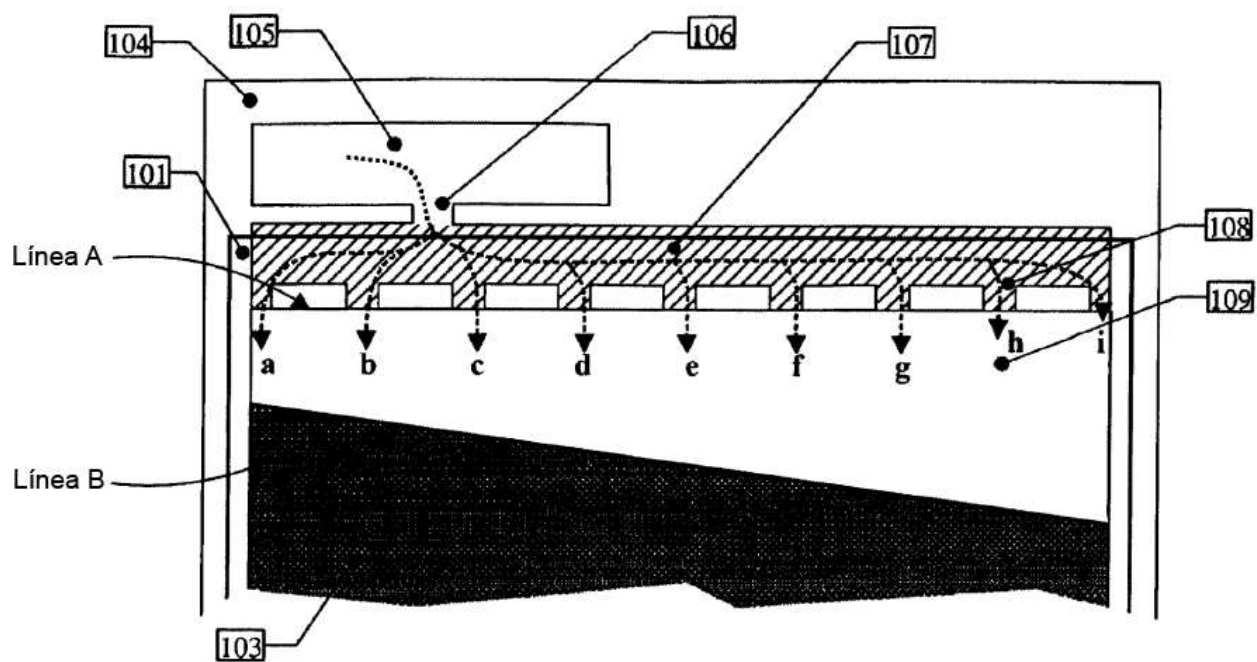


Figura 1c

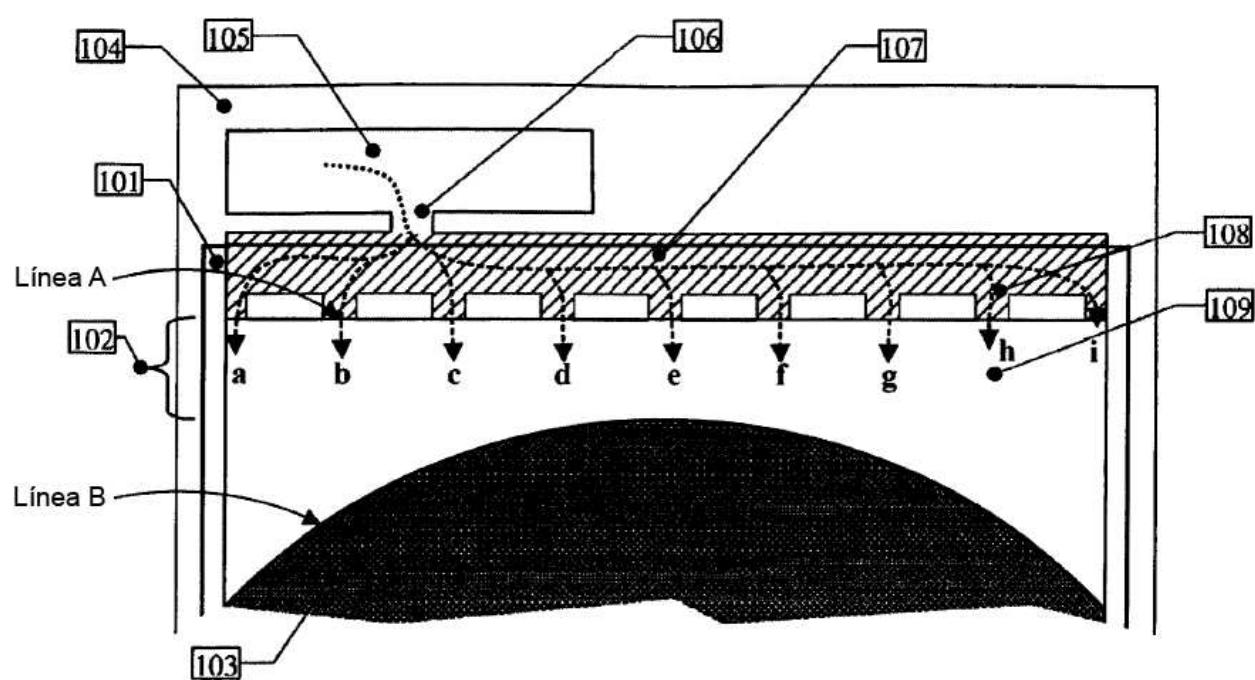


Figura 2

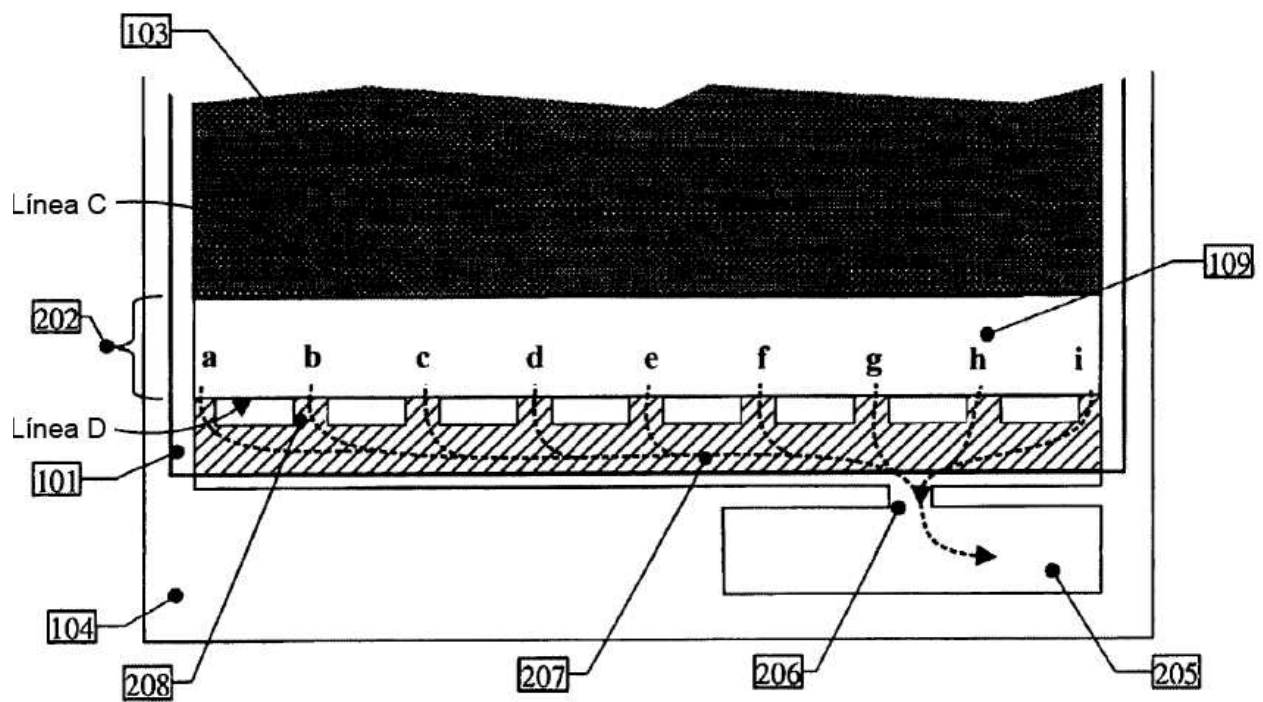


Figura 3

