

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 718 727**

51 Int. Cl.:

H01M 8/02 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **25.06.2015 PCT/US2015/037684**

87 Fecha y número de publicación internacional: **30.12.2015 WO15200629**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **25.06.2015 E 15734020 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **09.01.2019 EP 3161886**

54 Título: **Campos de flujo para su uso con una celda electroquímica**

30 Prioridad:

27.06.2014 US 201462017943 P

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

04.07.2019

73 Titular/es:

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

72 Inventor/es:

**LUNT, BENJAMIN, S.;
GAMBINI, FILIPPO y
BLANCHET, SCOTT**

74 Agente/Representante:

SÁEZ MAESO, Ana

ES 2 718 727 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

Campos de flujo para su uso con una celda electroquímica

5 La presente descripción se dirige a celdas electroquímicas y, más específicamente, al diseño de campos de flujo para su uso en celdas electroquímicas.

10 Las celdas electroquímicas, generalmente clasificadas como celdas de combustible o celdas de electrólisis, son dispositivos usados para generar corriente a partir de reacciones químicas, o inducir una reacción química mediante el uso de un flujo de corriente. Una celda de combustible convierte la energía química del combustible (por ejemplo, hidrógeno, gas natural, metanol, gasolina, etcétera) y un oxidante (aire u oxígeno) en electricidad y productos de desecho de calor y agua. Una celda de combustible básica comprende un ánodo cargado negativamente, un cátodo cargado positivamente y un material conductor de iones llamado electrolito.

15 Diferentes tecnologías de celdas de combustible utilizan diferentes materiales de electrolitos. Una celda de combustible de membrana de intercambio de protones (PEM), por ejemplo, utiliza una membrana polimérica conductora de iones como electrolito. En una celda de combustible PEM de hidrógeno, los átomos de hidrógeno se dividen electroquímicamente en electrones y protones (iones de hidrógeno) en el ánodo. Los electrones luego fluyen a través del circuito hacia el cátodo y generan electricidad, mientras que los protones se difunden a través de la membrana electrolítica hacia el cátodo. En el
20 cátodo, los protones de hidrógeno se combinan con los electrones y el oxígeno (suministrados al cátodo) para producir agua y calor.

25 Una celda de electrólisis representa una celda de combustible operada en reversa. Una celda de electrólisis básica funciona como un generador de hidrógeno al descomponer el agua en hidrógeno y gases de oxígeno cuando se aplica un potencial eléctrico externo. La tecnología básica de una celda de combustible de hidrógeno o una celda de electrólisis puede aplicarse a la manipulación electroquímica del hidrógeno, como la compresión, purificación o expansión electroquímica del hidrógeno. La manipulación electroquímica del hidrógeno se ha convertido en una alternativa viable a los sistemas mecánicos tradicionalmente usados para la gestión del hidrógeno. La comercialización exitosa de hidrógeno como portador de energía y la sostenibilidad a largo plazo de una "economía del hidrógeno" dependen en gran medida
30 de la eficiencia y la rentabilidad de las celdas de combustible, celdas de electrólisis y otros sistemas de manipulación/gestión de hidrógeno.

35 En funcionamiento, una sola celda de combustible generalmente puede generar aproximadamente 1 voltio. Para obtener la cantidad deseada de energía eléctrica, las celdas de combustible individuales se combinan para formar una pila de celdas de combustible, en donde las pilas de combustible se apilan secuencialmente. Cada celda de combustible puede incluir un cátodo, una membrana electrolítica y un ánodo. Un conjunto de cátodo/membrana/ánodo constituye un "conjunto de electrodo de membrana" o "MEA", que normalmente se soporta en ambos lados por placas bipolares. Los gases reactivos (hidrógeno y aire u oxígeno) se suministran a los electrodos del MEA a través de canales o ranuras formadas en las placas, que se conocen como campos de flujo. Además de proporcionar soporte mecánico, las placas bipolares
40 (también conocidas como placas de campo de flujo o placas separadoras) separan físicamente las celdas individuales en una pila mientras las conectan eléctricamente. Una pila de celdas de combustible típicamente incluye colectores y puertos de entrada para dirigir el combustible y el oxidante a los campos de flujo de ánodo y cátodo, respectivamente. Una pila de celdas de combustible también incluye colectores de escape y puertos de salida para expulsar el exceso de gases y el agua del refrigerante.

45 La Figura 1 es una vista esquemática en despiece que muestra los diversos componentes de una celda de combustible PEM 10 de la técnica anterior. Como se ilustra, las placas bipolares 2 flanquean el "conjunto de electrodo de membrana" (MEA), que comprende un ánodo 7 A, un cátodo 7C y una membrana electrolítica 8. Los átomos de hidrógeno suministrados al ánodo 7 A se dividen electroquímicamente en electrones y protones (iones de hidrógeno). Los electrones fluyen a través de un circuito eléctrico al cátodo 7C y generan electricidad en el proceso, mientras que los protones se mueven a través de la membrana electrolítica 8 al cátodo 7C. En el cátodo, los protones se combinan con electrones y oxígeno (suministrados al cátodo) para producir agua y calor.

55 Además, la celda de combustible PEM 10 de la técnica anterior incluye capas de difusión de gas (GDL) 5 eléctricamente conductoras dentro de la celda en cada lado del MEA. Las capas de difusión de gas 5 sirven como medios de difusión que permiten el transporte de gases y líquidos dentro de la celda, proporcionan conducción eléctrica entre las placas bipolares 2 y la membrana electrolítica 8, ayudan a eliminar el calor y el agua procesada de la celda y, en algunos casos, proporcionar soporte mecánico a la membrana electrolítica 8. Las capas de difusión de gas 5 pueden comprender una tela de carbono tejida o no tejida con electrodos 7 A y 7C recubiertos en los lados orientados hacia la membrana electrolítica. En algunos casos, el material del electrocatalizador puede recubrirse en la GDL 5 adyacente o en la
60 membrana electrolítica 8.

65 En general, las capas de difusión de gas basadas en fibra de carbono no cumplen con los requisitos de rendimiento de una celda de alta presión diferencial, en particular debido a las propiedades estructurales limitadas de estos materiales. Por lo tanto, algunas celdas electroquímicas de alta presión usan metales densamente sinterizados "de tipo frita", paquetes de pantalla o metales expandidos en combinación con o como reemplazo de las GDL tradicionales para

5 proporcionar soporte estructural al MEA en combinación con campos de flujo 4 de canales de tierra tradicionales formados en las placas bipolares 2. Las estructuras en capas (es decir, paquetes de pantalla y metales expandidos) proporcionan estructuras relativamente gruesas adecuadas para operaciones de alta presión diferencial. Sin embargo, introducen otras penalizaciones de rendimiento como, por ejemplo, alta resistencia de contacto, alta resistencia de flujo, gran paso de celda, etcétera. Para superar las limitaciones físicas de estas estructuras en capas, las estructuras de materiales metálicos porosos tridimensionales pueden usarse como un sustituto de los campos de flujo 4 de canales de tierra tradicionales y/o GDL 5 en celdas electroquímicas de alta presión diferencial.

10 En una celda electroquímica que utiliza campos de flujo de materiales metálicos porosos, los gases reactivos en cada lado de la membrana electrolítica fluyen a través de los campos de flujo de materiales metálicos porosos para alcanzar la membrana electrolítica. Al igual que los campos de flujo de canales de tierra tradicionales, es conveniente que estas estructuras de materiales metálicos porosos faciliten la distribución uniforme del gas reactivo al electrodo para lograr un alto rendimiento de una celda de combustible individual. Adicionalmente, es conveniente no crear una caída de presión excesiva en el flujo de gas reactivo, que de otro modo puede consumir parte de la energía eléctrica generada por la pila de celdas de combustible y disminuir la eficiencia general de la pila de celdas de combustible. Como tal, existe un desafío continuo para mejorar el diseño de los campos de flujo de materiales metálicos porosos usados con las celdas electroquímicas.

20 Una forma de mejorar el rendimiento general y la densidad de potencia de una pila de celdas de combustible puede ser reducir el paso (es decir, la separación) entre las celdas adyacentes de la pila de celdas de combustible. Para celdas que emplean campos de flujo de materiales metálicos porosos, el paso de la celda puede reducirse al reducir el grosor de los campos de flujo de cada celda de combustible individual. Sin embargo, esto puede ser difícil de lograr sin crear una caída de presión excesiva en el flujo de gas reactivo, lo que puede aumentar la carga en la pila de celdas de combustible.

25 En particular, una pila de celdas de combustible puede acoplarse a un compresor de aire para presurizar los gases reactivos (por ejemplo, oxígeno) suministrados a los colectores de entrada de los campos de flujo para superar la caída de presión a través de cada campo de flujo. La energía consumida por el compresor de aire generalmente no es despreciable y puede oscilar alrededor de 20 kW para un sistema de red de 110 kW. Es conveniente controlar la caída de presión en el flujo de gas reactivo para regular la cantidad de energía consumida por el compresor de aire asociado con la pila. Esto a menudo puede limitar el diseño de los campos de flujo que se utilizan con las celdas electroquímicas.

30 La presente descripción se dirige hacia el diseño de campos de flujo para su uso con celdas electroquímicas. En particular, la presente descripción se dirige hacia el diseño de campos de flujo de materiales metálicos porosos para su uso en celdas electroquímicas para la mejora del rendimiento global y la densidad de energía de la pila de celdas de combustible. Estos dispositivos pueden usarse en celdas electroquímicas que operan bajo altas presiones diferenciales, que incluyen, entre otras, celdas de combustible, celdas de electrólisis y compresores de hidrógeno. Un aspecto proporciona un campo de flujo para su uso en una celda electroquímica que comprende una estructura de materiales metálicos porosos que incluye un puerto de entrada; una pluralidad de características formadas en la estructura, estando la pluralidad de características en comunicación continua con el puerto de entrada para recibir un gas reactivo y configuradas para hacer que el gas reactivo fluya a través de la estructura de materiales metálicos porosos entre las características adyacentes; en donde la pluralidad de características es una pluralidad de canales en donde se forman hoyuelos alrededor de cada uno de la pluralidad de canales. Otro aspecto proporciona una celda electroquímica que comprende una primera placa bipolar; una segunda placa bipolar; un conjunto de electrodo de membrana que comprende un cátodo, un ánodo y una membrana de polímero dispuesta entre el cátodo y el ánodo; al menos uno de tales campos de flujo dispuestos entre una de la primera placa bipolar y la segunda placa bipolar y el conjunto electrodo de membrana. Otro aspecto proporciona un método para fabricar dicho campo de flujo poroso, abierto, para uso en una celda electroquímica, que comprende el método de seleccionar un material metálico poroso que tiene un volumen vacío superior a aproximadamente el 70 %; y que estampa la pluralidad de características en el material metálico.

50 En una modalidad ilustrativa de la presente descripción, los campos de flujo se fabrican mediante el uso de espumas metálicas u otros sustratos metálicos porosos. Se proporcionan canales en una superficie de los campos de flujo de materiales metálicos porosos a través de los cuales puede fluir el gas reactivo, lo que puede reducir la caída de presión a través del campo de flujo de materiales metálicos porosos en comparación con otras estructuras de campo de fluido de materiales metálicos porosos. Esto permite modificar otros parámetros de la pila de celdas de combustible sin aumentar la cantidad de energía requerida para comprimir el gas suministrado a la pila de celdas de combustible.

60 De acuerdo con las modalidades de la presente descripción, puede reducirse el grosor del campo de flujo de materiales metálicos porosos en comparación con otras estructuras de campo de fluido de materiales metálicos porosos sin impactar la presión del gas reactivo suministrado al colector de entrada de la pila de celdas de combustible. La reducción del grosor de cada celda de combustible individual puede, a su vez, reducir el paso entre celdas (es decir, la separación entre celdas adyacentes) y permitir que se añadan celdas adicionales a la pila de celdas de combustible para mejorar la densidad de potencia total y el rendimiento de la pila de celdas de combustible.

65 Debe entenderse que tanto la descripción general anterior como la siguiente descripción detallada son solo ilustrativas y aclaratorias y no son restrictivas de la descripción, como se reivindica.

Los dibujos acompañantes, los cuales se incorporan y constituyen una parte de esta descripción, ilustran modalidades de la presente descripción y junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la descripción.

La Figura 1 ilustra una vista esquemática en despiece que muestra los diversos componentes de una celda de combustible de membrana de intercambio de protones (PEM).

La Figura 2 es una vista esquemática de parte de una celda electroquímica.

La Figura 3 es una vista lateral de un campo de flujo.

La Figura 4A es una vista en sección transversal de un campo de flujo sin una pluralidad de canales.

La Figura 4B es una vista en sección transversal de un campo de flujo con una pluralidad de canales.

Las Figuras 5A-5E ilustran varios patrones de estampado de la pluralidad de canales.

Ahora se hará referencia en detalle a las modalidades de la presente descripción, cuyos ejemplos se ilustran en los dibujos acompañantes. Siempre que sea posible, los números de referencia de muestra se utilizarán en todos los dibujos para referirse a partes iguales o similares. Aunque se describe en relación con una celda electroquímica que emplea hidrógeno, oxígeno y agua, se entiende que los dispositivos y métodos de la presente descripción pueden emplearse con varios tipos de celdas electroquímicas, incluidas las que operan a altas presiones diferenciales.

La Figura 2 muestra un esquema de despiece de una celda electroquímica 200. La celda electroquímica 200 puede incluir dos placas bipolares 210, 220. Las dos placas bipolares 210, 220 pueden actuar como placas de soporte y conductores. Las placas bipolares 210, 220 también pueden incluir canales de acceso para el fluido refrigerante en circulación (es decir, agua, glicol o mezcla de agua y glicol) para eliminar calor de la celda electroquímica 200. Las placas bipolares 210, 220 pueden hacerse de aluminio, acero, acero inoxidable, titanio, cobre, aleación de Ni-Cr, grafito o cualquier otro material eléctricamente conductor.

Además de las placas bipolares 210, 220, la celda electroquímica 200 puede incluir un conjunto de electrodo de membrana ("MEA"). Un MEA 230 puede comprender un ánodo 231, un cátodo 232 y una membrana de intercambio de protones ("PEM") 233. La PEM 233 puede disponerse entre el ánodo 231 y el cátodo 232 eléctricamente aislando el ánodo 231 y el cátodo 232 entre sí. Se contempla que una PEM 233 puede comprender una membrana de polímero puro o una membrana compuesta donde otros materiales como, por ejemplo, sílice, heteropoliácidos, fosfatos metálicos en capas, fosfatos y fosfatos de zirconio pueden incrustarse en una matriz polimérica. La PEM 233 puede ser permeable a los protones mientras no conduce electrones. El ánodo 231 y el cátodo 232 pueden comprender electrodos de carbono porosos que contienen una capa de catalizador (no se muestra). El material catalizador puede ser, por ejemplo, platino, que puede aumentar la velocidad de reacción.

Como se ilustra en la Figura 2, un campo de flujo de cátodo 240 y un campo de flujo de ánodo 250 flanquean un MEA 230. El campo de flujo de cátodo 240 y el campo de flujo del ánodo 250 pueden proporcionar conducción eléctrica entre las placas bipolares 210, 220 y un MEA 230, a la vez que proporcionan un medio para el transporte de gases y líquidos dentro de la celda electroquímica 200. Además, el campo de flujo de cátodo 240 y el campo de flujo de ánodo 250 pueden proporcionar soporte mecánico a un MEA 230.

El campo de flujo de cátodo 240 y el campo de flujo de ánodo 250 pueden comprender estructuras de materiales metálicos porosos tridimensionales. El campo de flujo de cátodo 240 y el campo de flujo de ánodo 250 pueden formarse compactando un material metálico altamente poroso, tal como una espuma, frita de metal sinterizado o cualquier otro metal poroso. El material metálico poroso puede comprender un metal tal como, por ejemplo, acero inoxidable, titanio, aluminio, níquel, hierro, etcétera, o una aleación de metal tal como una aleación de níquel-cromo, etcétera. El tamaño de los poros del material metálico puede variar de aproximadamente 20 μm a aproximadamente 1000 μm . Por ejemplo, el tamaño de los poros del material metálico puede variar de aproximadamente 20 μm a aproximadamente 1000 μm , tal como de aproximadamente 50 μm a aproximadamente 1000 μm , de aproximadamente 20 μm a aproximadamente 900 μm , etcétera, de aproximadamente 30 μm a aproximadamente 800 μm , de aproximadamente 40 μm a aproximadamente 700 μm , de aproximadamente 50 μm a aproximadamente 600 μm , de aproximadamente 60 μm a aproximadamente 500 μm , de aproximadamente 70 μm a aproximadamente 500 μm , de aproximadamente 100 μm a aproximadamente 450 μm , de aproximadamente 200 μm a aproximadamente 450 μm , y de aproximadamente 350 μm a aproximadamente 450 μm . El tamaño promedio de los poros del material metálico es de aproximadamente 400 μm , aproximadamente 500 μm , o aproximadamente 800 μm . El volumen vacío del material metálico varía de aproximadamente 70% a aproximadamente 99%. Por ejemplo, el volumen vacío del material metálico puede variar de aproximadamente el 70% a aproximadamente el 98%, tal como de aproximadamente el 75% a aproximadamente el 98%, de aproximadamente el 75% a aproximadamente el 95%, de aproximadamente el 75% a aproximadamente el 90%, de aproximadamente el 75% a aproximadamente 85%, de aproximadamente 70% a aproximadamente 80%, de aproximadamente 73% a aproximadamente 77%, de aproximadamente 80% a aproximadamente 90%, de aproximadamente 83% a aproximadamente 87%, de aproximadamente 90% a aproximadamente el 99%, y de aproximadamente el 93% a aproximadamente el 97%. El volumen vacío del material metálico puede ser de aproximadamente el 75%, aproximadamente el 85%, o aproximadamente el 95%.

La celda electroquímica 200 puede incluir adicionalmente una capa de difusión de gas eléctricamente conductora (GDL) 260, 270 en cada lado de un MEA 230. Los campos de flujo de materiales metálicos porosos descritos pueden usarse con GDL convencionales. Sin embargo, se contempla que la estructura de materiales metálicos porosos puede realizar

las funciones típicamente requeridas de las GDL, introduciendo de esta manera la posibilidad de eliminar las GDL del conjunto de celdas electroquímicas. Alternativamente, una estructura de materiales metálicos porosos que consiste de dos capas distintas que tienen tamaños diferentes de poro promedio (por ejemplo, poros más grandes que constituyen el campo de flujo y poros más pequeños que reemplazan la GDL) puede colocarse en contacto con un MEA 230.

Una vista superior de un campo de flujo 400 se muestra en la Figura 3. Como se ilustra, el campo de flujo 400 incluye una superficie 401 que se extiende longitudinalmente que define un primer borde 402 y un segundo borde 403. Un puerto de entrada 404 puede disponerse en el primer borde 402, y un puerto de salida 406 puede disponerse en el segundo borde 403. Se entenderá que el puerto de entrada 404 y el puerto de salida 406 pueden ubicarse en cualquier otra posición o estructura en el campo de flujo 400. El puerto de entrada 404 y el puerto de salida 406 pueden comprender aberturas que se extienden parcial o totalmente a través del grosor del campo de flujo 400. El puerto de entrada 404 puede configurarse para recibir un gas reactivo (por ejemplo, combustible, oxígeno o aire) y el puerto de salida 406 puede configurarse para eliminar el gas agotado del campo de flujo 400. Alternativamente, el puerto de entrada 404 puede formarse en la placa bipolar 210, 220 de la celda electroquímica 200.

Como se ilustra, una pluralidad de características, por ejemplo, los canales 408 pueden formarse dentro de una estructura o superficie del campo de flujo 400. La pluralidad de canales 408 puede formarse en una superficie del campo de flujo 400 que se extiende en una dirección hacia una placa bipolar y se aleja de las GDL. La pluralidad de canales 408 puede estar en comunicación continua con el puerto de entrada 404 para recibir un gas reactivo y/o un puerto de salida 406 para eliminar el gas agotado de la celda. Además, la pluralidad de canales 408 puede estar sustancialmente libre de obstrucciones al flujo de fluido para permitir la distribución del gas reactivo a través del campo de flujo 400.

La pluralidad de canales 408 puede formarse dentro de una estructura o en la superficie 401 del campo de flujo 400, y se extiende desde el primer borde 402 (por ejemplo, un extremo proximal del campo de flujo 400) hasta el segundo borde 403 (por ejemplo, un extremo distal del campo de flujo 400). La pluralidad de canales 408 puede tener cualquier disposición conocida en la superficie 401 del campo de flujo 400. Por ejemplo, la pluralidad de canales 408 puede tener configuraciones tipo serpentina, rectas paralelas, onduladas, en zigzag o interdigitadas. Además, la pluralidad de canales 408 puede extenderse total o parcialmente entre el primer borde 402 y el segundo borde 403. Se contemplan otras disposiciones y secciones transversales de los canales 408.

La pluralidad de canales 408 puede tener cualquier ancho, área de sección transversal, profundidad, forma y/o configuración adecuada para, por ejemplo, distribuir el gas reactivo a lo largo de cada uno de la pluralidad de canales 408. Las áreas 410 (Figura 3C) pueden disponerse entre canales adyacentes 408. Las áreas 410 pueden tener cualquier ancho, área de sección transversal, altura, forma y/o configuración adecuados. La pluralidad de canales 408 puede distribuirse de manera uniforme en todo el ancho del campo de flujo 400 de manera que las áreas 410 entre canales adyacentes también pueden tener anchos uniformes. La pluralidad de canales 408 puede distribuirse y configurarse de manera no uniforme para inclinar preferentemente el flujo de gas y optimizar el rendimiento de la celda. Se contempla que la pluralidad de canales 408 puede tener diferentes formas y/o áreas de sección transversal a través de un ancho del campo de flujo 400, en cuyo caso, los anchos de las áreas adyacentes 410 pueden diferir. Se contempla que la relación entre la altura de las áreas y los anchos de los canales adyacentes puede optimizarse para reducir la caída de presión en el campo de flujo 400.

De acuerdo con una modalidad de la presente descripción, la pluralidad de canales 408 puede formarse en la superficie 401 del campo de flujo 400, por ejemplo, estampando la estructura de materiales metálicos porosos. De esta manera, la pluralidad de canales 408 del campo de flujo descrito proporciona un área de sección transversal mayor, a través de la cual puede fluir el gas reactivo, lo que puede reducir la caída de presión a través del campo de flujo de materiales metálicos porosos en comparación con otras estructuras de campo de fluido de materiales metálicos porosos. Esto puede reducir la cantidad de energía requerida para presurizar el gas reactivo suministrado a los campos de flujo, lo que, a su vez, permite que se modifiquen otros parámetros de la pila de celdas de combustible sin aumentar la cantidad de energía requerida para comprimir el gas reactivo suministrado a pila de celdas de combustible.

Por ejemplo, un grosor del campo de flujo de materiales metálicos porosos puede reducirse en comparación con otras estructuras de campo de fluido de materiales metálicos porosos sin impactar en la presión del gas reactivo suministrado al puerto de entrada 404. Esto se muestra en las Figuras 4A y 4B. La Figura 4B es una vista en sección transversal del campo de flujo 400 a través de la línea A-A de la Figura 3, y la Figura 4A es una vista en sección transversal de un campo de flujo poroso sin la pluralidad de canales 408. Como se ilustra, el grosor de los campos de flujo puede tener un grosor L que es al menos 1/3 del grosor de las estructuras de campos de fluido de materiales metálicos porosos sin canales estampados en ellos. Reducir el grosor de cada celda de combustible individual puede tener ciertos beneficios. Por ejemplo, reducir el grosor de cada celda de combustible individual puede reducir el paso de la celda, es decir, el espacio entre celdas adyacentes. Esto puede permitir que se agreguen celdas adicionales a la pila de celdas de combustible para mejorar la densidad de potencia total y el rendimiento de la pila de celdas de combustible sin sacrificar la eficiencia de la pila. Además, la operación de la celda de combustible podría aproximarse a una operación casi isotérmica con una temperatura que estará cerca del promedio de una celda de combustible operativa estándar, lo que podría, en efecto, mejorar la tensión y la eficiencia de la celda mientras se evita la presencia de puntos de alta temperatura dentro de la celda.

Los patrones de estampado alternativos de la pluralidad de canales se muestran en las Figuras 5A-5E. En la Figura 5A, una primera pluralidad de canales 508a y una segunda pluralidad de canales 508b pueden formarse dentro de una estructura o en una superficie del campo de flujo 500. La segunda pluralidad de canales 508b puede desplazarse de la primera pluralidad de canales 508a y puede terminar en el campo de flujo 400. En la Figura 5B, cada canal puede tener una sección transversal semicircular. Además, una primera pluralidad de canales 518a y una segunda pluralidad de canales 518b pueden tener disposiciones alternativas en el campo de flujo 500. En la Figura 5C, los hoyuelos 528 pueden estamparse en cada canal formado en el campo de flujo 500. La Figura 5D representa una pluralidad de canales 538 que tienen una configuración en zigzag, y la Figura 5E representa una pluralidad de canales dispuestos en una configuración de sombreado cruzado.

Otras modalidades de la presente descripción serán evidentes para los expertos en la técnica a partir de la consideración de la descripción y la práctica descritos en la presente descripción.

Reivindicaciones

1. Un campo de flujo (500) para su uso en una celda electroquímica que comprende:
5 una estructura de materiales metálicos porosos que incluye un puerto de entrada;
una pluralidad de características formadas en la estructura, la pluralidad de características está en comunicación
continua con el puerto de entrada para recibir un gas reactivo y se configura para hacer que el gas reactivo fluya
a través de la estructura de materiales metálicos porosos entre las características adyacentes;
10 caracterizado porque la pluralidad de características es una pluralidad de canales en donde los hoyuelos (528) se
forman alrededor de cada uno de la pluralidad de canales.
2. El flujo de campo de la reivindicación 1, en donde la estructura de materiales metálicos porosos incluye una espuma
15 metálica.
3. El campo de flujo de la reivindicación 1, que incluye además una pluralidad de áreas (410), en donde cada área
se dispone entre las características adyacentes (408) estampadas en la estructura metálica.
4. El campo de flujo de la reivindicación 1, en donde la pluralidad de características se distribuye y dimensiona de
20 manera uniforme para controlar la caída de presión a través del campo de flujo.
5. El campo de flujo de la reivindicación 1, en donde la pluralidad de características se distribuye de manera no
uniforme y se configura para desviar preferentemente el flujo de gas.
6. Una celda electroquímica (200), que comprende:
25 una primera placa bipolar (210);
una segunda placa bipolar (220);
un conjunto de electrodo de membrana (230) que comprende un cátodo (232), un ánodo (231) y una membrana
de polímero (233) dispuesta entre el cátodo y el ánodo; y
al menos un campo de flujo (240, 250) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones anteriores, dispuesto
30 entre una de la primera placa bipolar (210) y la segunda placa bipolar (220) y el conjunto de electrodo de membrana
(230).
7. Un método para fabricar un campo de flujo poroso abierto (500) de acuerdo con cualquiera de las
reivindicaciones 1 a 5 para su uso en una celda electroquímica, que comprende:
35 seleccionar un material metálico poroso que tenga un volumen vacío superior a aproximadamente el 70 %; y
estampar la pluralidad de características (528) en el material metálico.

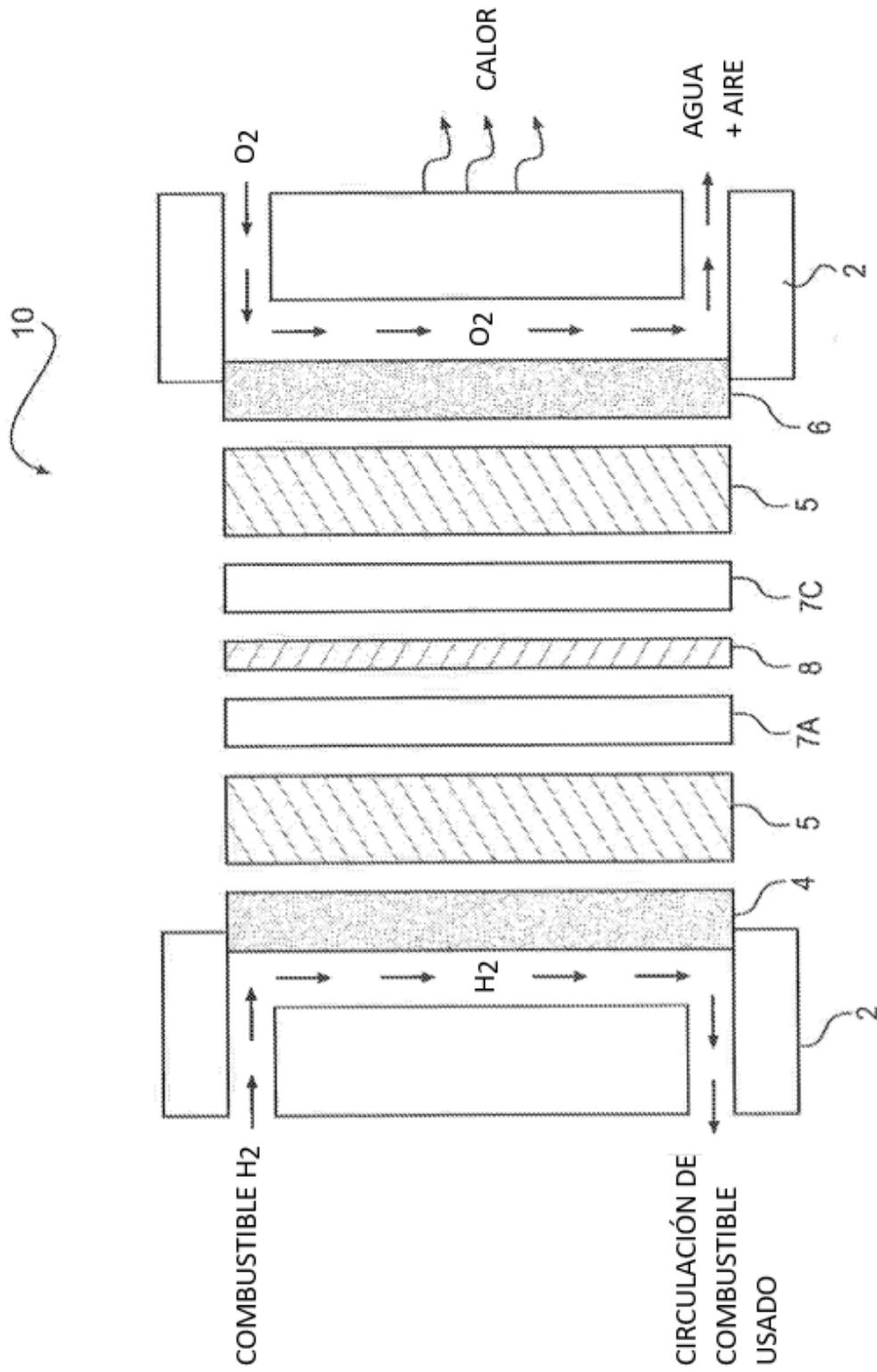


FIG. 1

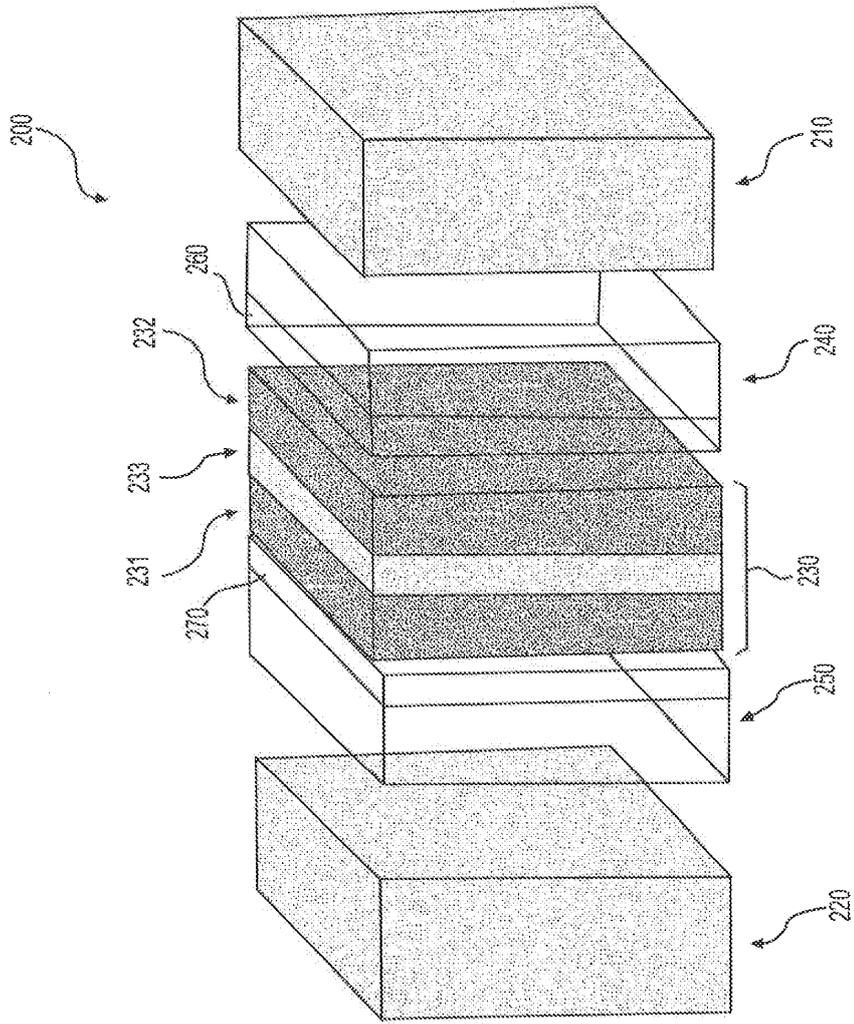


FIG. 2

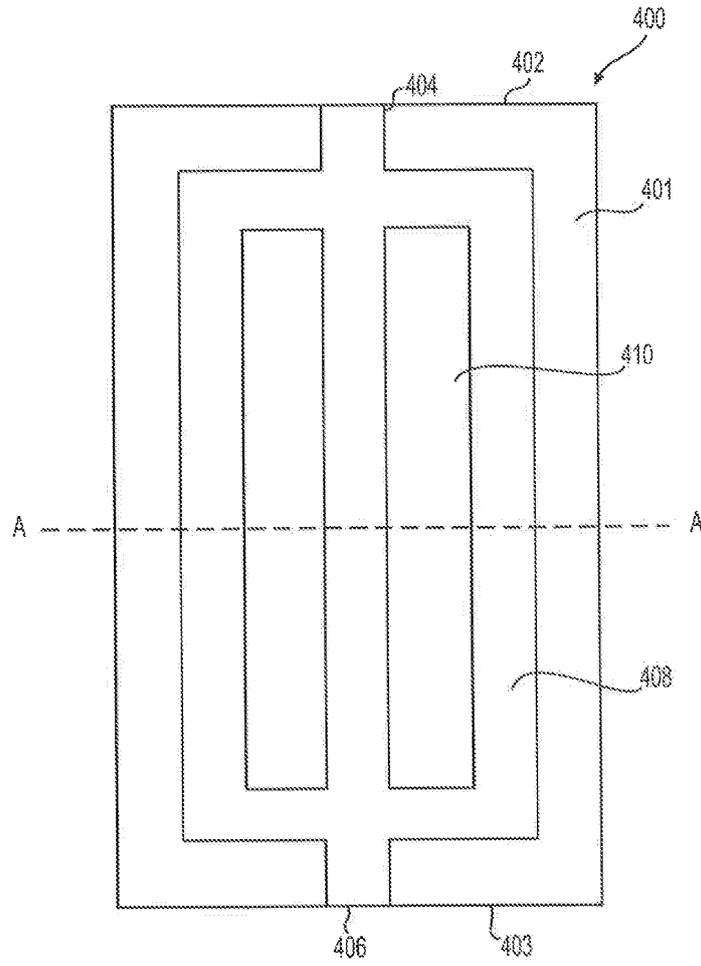


FIG. 3

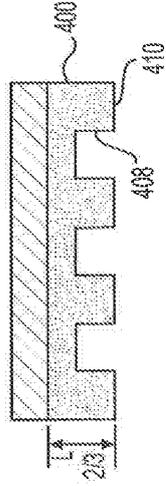


FIG. 4B

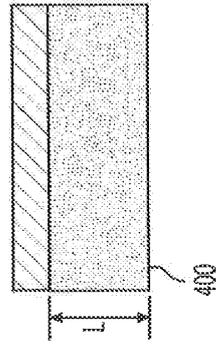


FIG. 4A

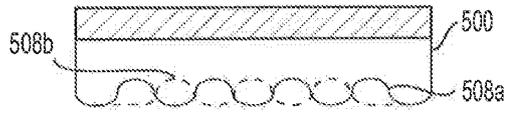


FIG. 5A

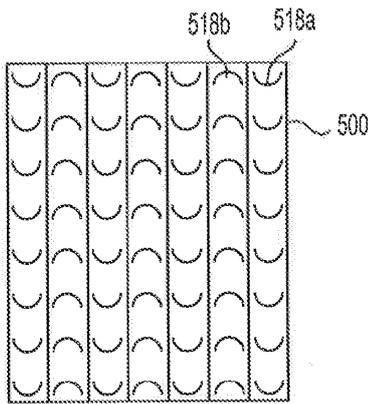


FIG. 5B

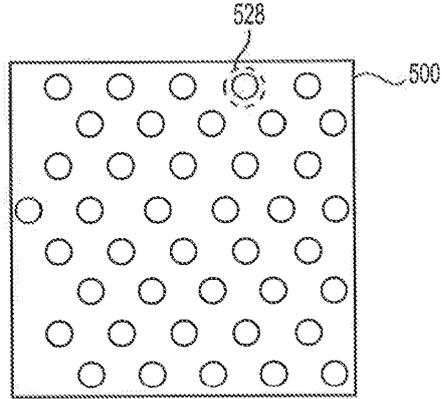


FIG. 5C

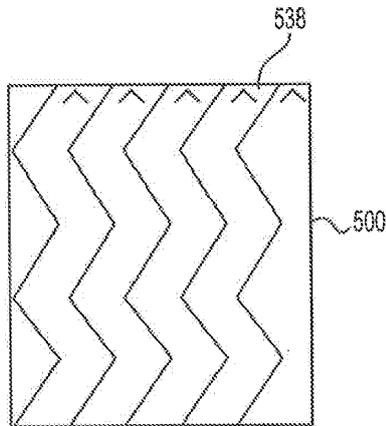


FIG. 5D

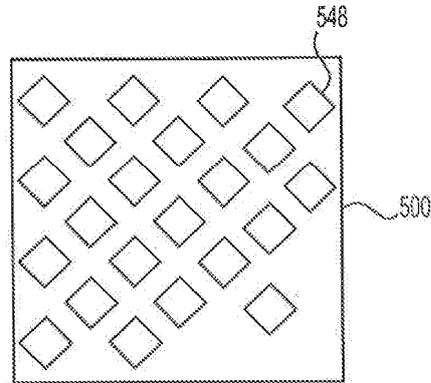


FIG. 5E