



TÍTULO DE MODELO DE UTILIDAD No. 5140

Titular(es): UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO

Domicilio: Lascuráin de Retana No. 5, Col. Centro, 36000, Guanajuato, Guanajuato, MÉXICO

Denominación: COLECTOR-DIFUSOR PARA CELDAS DE COMBUSTIBLE DE GENERACIÓN ELÉCTRICA CON CAMPO DE FLUJO INTERDIGITADO CON CANALES. PARALELOS CONCÉNTRICOS

Clasificación: CIP: H01M8/0202
CPC: H01M8/0202

Inventor(es): ABEL HERNANDEZ GUERRERO; JOSÉ LUIS LUVIANO ORTIZ; FÁTIMA HAYDEE RAMÍREZ GONZÁLEZ; ANA LUISA GALLARDO GUTIERREZ; FERNANDO CANO BANDA;

SOLICITUD

Número:
MX/u/2019/000642

Fecha de Presentación:
11 de Diciembre de 2019

Hora:
14:57

Vigencia: Diez años

Fecha de Vencimiento: 11 de diciembre de 2034

Fecha de Expedición: 23 de noviembre de 2022

El registro de referencia se otorga con fundamento en los artículos 1º, 2º fracción V, 6º fracción III, y 59 de la Ley de la Propiedad Industrial.

De conformidad con el artículo 29 de la Ley de la Propiedad Industrial, el presente registro tiene una vigencia de diez años improrrogables, contada a partir de la fecha de presentación de la solicitud y estará sujeta al pago de la tarifa para mantener vigentes los derechos.

Quien suscribe el presente título lo hace con fundamento en lo dispuesto por los artículos 5º fracción I, 9, 10 y 119 de la Ley Federal de Protección a la Propiedad Industrial; artículos 1º, 3º fracción V, inciso a), 4º y 12º fracciones I y III del Reglamento del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial; artículos 1º, 3º, 4º, 5º fracción V, inciso a), 16 fracciones I y III y 30 del Estatuto Orgánico del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial; 1º, 3º y 5º fracción I Acuerdo Delegatorio de Facultades del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

El presente documento electrónico ha sido firmado mediante el uso de la firma electrónica avanzada por el servidor público competente, amparada por un certificado digital vigente a la fecha de su elaboración, y es válido de conformidad con lo dispuesto en los artículos 7 y 9 fracción I de la Ley de Firma Electrónica Avanzada y artículo 12 de su Reglamento. Su integridad y autoría, se podrá comprobar en www.gob.mx/impj.

Asimismo, se emitió conforme lo previsto por los artículos 1º fracción III; 2º fracción VI; 37, 38 y 39 del Acuerdo por el que se establecen lineamientos en materia de Servicios Electrónicos del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial.

SUBDIRECTORA DIVISIONAL DE EXAMEN DE FONDO DE PATENTES ÁREAS MECÁNICA, ELÉCTRICA Y DE DISEÑOS INDUSTRIALES Y MODELOS DE UTILIDAD

MARINA OLIMPIA CASTRO ALVEAR



Cadena Original:
MARINA OLIMPIA CASTRO ALVEAR|00001000000510738631|SERVICIO DE ADMINISTRACION TRIBUTARIA|1987|MX/2022/163913|MX/u/2019/000642|Título de modelos de utilidad|1980|SRH|Pág(s) 1|SwWhaqRzm/BMJeZoCZHd3veu3Pc=

Sello Digital:
RXWTFppSt1sjxuyG12aJxby8VAbtPk/NKrQdYj5fgHClkeDvM+AJOIngmz0F9L0kIB6qH0E5Bkb2gVt8c5cSHzFk2 jKrePOEZ3RUV5MqhdaSnTnfsKztZUG/fSHhPPTChR2RSpRSiH0tGx+K1aKbW2NINEgC1BPe3kqg0QsTdGfoqjvys XWabWzYI0ePQ+klWm0Qalp1A9BhJi7E8cEer0RuLgxtzA0wABO96dUrn+ODeODL7JKBM7I4bGKJab8Ydz/IRDnh2kN elqynf5Me2mUgrBQZxmVeubC1+JHO7yYw1tCnLVSCdwdFbm2rLRj1gBdKrgSVKTRm0sI23w==



MX/2022/163913



COLECTOR-DIFUSOR PARA CELDAS DE COMBUSTIBLE DE GENERACIÓN ELÉCTRICA CON CAMPO DE FLUJO INTERDIGITADO CON CANALES PARALELOS CONCÉNTRICOS

5 OBJETO DE LA INVENCIÓN

La presente invención, como se expresa en el enunciado de esta memoria descriptiva, se refiere a un colector-difusor para distribución de flujo y generación de corriente en una celda de combustible o conjunto de celdas de combustible (stack). Se entiende por celda de combustible a un dispositivo donde reacciones electroquímicas se llevan a cabo para producir corriente eléctrica mediante el intercambio de protones en una membrana colocada en el centro de la celda y el flujo de electrones a través de un circuito externo. La invención presenta un colector-difusor con un campo de flujo interdigitado con canales paralelos concéntricos para la efectiva distribución de especies. El presente colector-difusor permite tener una alta uniformidad en la concentración de especies sobre el área activa, además de una reducida caída de presión en comparación con colectores-difusores que usan campos de flujo convencionales, solucionando con ello dos de los problemas más adversos en la operación de una celda de combustible.

SECTOR DE LA INVENCIÓN

Sectores energético y eléctrico. Colector-difusor para celda de combustible para aplicaciones de generación de energía eléctrica en instalaciones domésticas, industriales de transporte (terrestre, espacial y marítimo), y dispositivos portátiles, entre otros.

PROBLEMA TÉCNICO A RESOLVER

El colector-difusor con campo de flujo interdigitado con canales paralelos concéntricos permite tener una efectiva homogeneización en la concentración de especies a lo largo del área activa, logrando optimizar el uso efectivo de los diferentes componentes en estos dispositivos electroquímicos (particularmente los catalizadores y la membrana). Así mismo, el colector-difusor, que es presentado a través de este documento, solucionando problemas como los estancamientos durante el desalojo de los productos en las celdas de combustible. Una distribución uniforme de los fluidos reactantes mejora la eficiencia de la celda de combustible, y un correcto desalojo de los productos de la reacción permiten mantener a la celda de combustible funcionando apropiadamente. Los colectores -difusores convencionales pueden resolver ya sea el desalojo de los productos o bien la distribución uniforme de los reactantes, pero no ambas problemáticas simultáneamente. La importancia de estos puntos y comparación con los colectores-difusores convencionales es descrita a detalle en la siguiente sección.

ANTECEDENTES DE LA INVENCIÓN

Una celda de combustible se refiere a un dispositivo alternativo para la generación de energía eléctrica con virtualmente cero emisiones al ambiente. Los principios de operación de una celda de combustible están basados en la conversión de energía contenida en un agente químico (hidrógeno, metanol, etanol, borohidruros, entre otros), a energía eléctrica. Esta conversión permite la generación de potencia con cero emisiones contaminantes a la atmósfera.

A pesar de la relativa simplicidad de los principios de operación empleados en una celda de combustible, aún existen dificultades técnicas que dificultan su comercialización –aunque éstas no opacan el interés del ámbito industrial y científico en este tipo de tecnologías. Hoy en día, la investigación a acerca de estos dispositivos incluye el estudio de un amplio número de disciplinas, tales como: técnicas de deposición de catalizadores en los electrodos, así como la búsqueda de materiales óptimos con el objetivo de incrementar las velocidades de reacción y reducir los costos [1]; la comprensión de los diferentes fenómenos de transporte inherentes a la membrana de intercambio iónico buscando bloquear el permeado de especies además del sobresaturado de especies en los electrodos [2,3]; el diseño del colector-difusor con el objetivo de uniformizar la distribución de las especies sobre el área de reacción (también llamada área activa), minimizar la caída de presión generada, así como también de reducir la resistencia al flujo de los electrones [4, 5]; estudios costo-efectivos del uso de esta tecnología en aplicaciones comerciales [6, 7], sólo por mencionar algunos aspectos.

Dentro de las mencionadas áreas de investigación, el diseño del colector-difusor (también conocido como placa bipolar, o placa monopolar) –que funge como distribuidor de especies y colectores de corriente– ha mostrado tener una alta relevancia sobre el rendimiento de una celda de combustible. Esto es, la forma, el tamaño, y el acomodo de los canales de flujo en el colector-difusor influyen significativamente sobre algunos aspectos intrínsecos a este dispositivo electroquímico. Tales aspectos incluyen, por ejemplo: la magnitud de la caída de presión, el manejo del agua (eliminando inundación de los electrodos, que afecta negativamente el área de reacción), las zonas aptas para llevar a cabo las reacciones electroquímicas, el aprovechamiento del combustible y oxidante, la colección de los electrones, entre otros factores.

Por otro lado, el diseño efectivo del colector-difusor en una celda de combustible no es una tarea fácil; éste requiere del conocimiento de ciertos conceptos relacionados tanto a la electroquímica como a los fenómenos de transporte inherentes. Primeramente, debido a que las reacciones ocurren en la interface entre las capas catalizadoras y la membrana (zona activa), los electrones fluyen desde dicha zona hasta el colector-difusor. Por tanto, el colector-difusor debe de ser diseñado de tal forma que el recorrido de los electrones sea reducido tanto como sea posible, con el fin de minimizar la resistencia a su paso [8]. De otra parte, para obtener el mayor beneficio posible de los materiales empleados en la celda –particularmente aquellos en la membrana y los catalizadores–, una

ocurrencia uniforme de las reacciones electroquímicas es también indispensable. De hecho, una distribución no uniforme de los reactivos lleva a tener zonas inactivas de los catalizadores y la membrana lo que se traduce en una reducción efectiva del área de reacción de los materiales que componen estos elementos. Por tanto, la optimización de los distintos componentes en una celda de combustible requiere de una distribución uniforme de los reactivos a lo largo del área activa de la celda. Por otra parte, en lo referente también a la distribución de especies en la celda, el correcto manejo del agua producto de las reacciones es igualmente un factor importante a considerar; aunque una cierta cantidad de agua beneficia la conductividad de la membrana ya que proporciona zonas hidrofílicas que favorecen el paso de los protones, un exceso de agua implica la inundación de los electrodos. Otro factor a tomar en cuenta para el diseño efectivo del colector-difusor en una celda de combustible es lo que se conoce como caída de presión, que se relaciona directamente con la energía requerida para distribuir el flujo a través de la celda. La caída de presión debe ser tan baja como sea posible con el objetivo de disminuir la potencia requerida por el dispositivo de bombeo que alimenta de reactivos a la celda. De acuerdo a Li & Park [9], la caída de presión en una celda de combustible puede llegar a ser de tal magnitud como el 35 % de la potencia producida en un stack (conjunto de celdas de combustible). Más aún, algunos estudios demuestran que una baja caída de presión contribuye también a reducir el efecto crossover [10] en la membrana (la membrana al ser un material conformado por diferentes grupos funcionales permite un flujo de especies no deseadas). Otro de los factores a considerar en el diseño del colector-difusor es también el fácil manufacturado y la practicidad [6].

La patente US No. 6586128 propiedad intelectual de Johnson et al. [11], hace referencia a un colector-difusor que se caracteriza por la distribución de flujo a través de canales paralelos. En general este colector-difusor es atractivo debido a su fácil manufactura y practicidad, además de que conlleva a una relativa baja caída de presión. Por otro lado, diferentes estudios han demostrado que este colector-difusor limita el rendimiento de la celda debido a su baja efectividad para uniformizar la distribución de especies [12]. Como fue previamente mencionado, este hecho aparte de reducir el rendimiento de la celda de combustible causa además un uso ineficiente de los componentes que la conforman.

La patente US No.4988583 propiedad intelectual de Watkins et al. [13], describe un colector-difusor con campo de flujo en forma de serpentin. Este colector-difusor envía los reactivos desde la entrada hasta la salida a través de una trayectoria definida. El flujo es guiado por medio de un solo canal que describe vueltas en forma de zigzag (cambios en forma de U). Actualmente este colector-difusor con campo de flujo en forma de serpentin corresponde al de mayor aceptación en el campo ingenieril, esto debido a su relativa efectividad en el manejo de especies. El serpentin, en comparación con otros diseños, mantiene una organizada distribución de los reactantes a través del área activa (no necesariamente uniforme), lo que reduce significativamente las pérdidas por concentración. Más

- aún, las características de este distribuidor crean un mecanismo de remoción de agua, que es consecuencia del gradiente de presión generado por cada cambio en la dirección del flujo a lo largo del canal. Sin embargo, a pesar del destacado funcionamiento de este distribuidor, el hecho de mantener un solo canal para la total distribución del flujo trae como consecuencia dos factores adversos para el eficiente funcionamiento de la celda: una alta caída de presión, además de una diferencia significativa en la concentración de especies entre las zonas cercanas a la entrada y salida de flujo [14]. Una versión más apropiada de este colector-difusor sería aquella en la que, contrario a distribuir las especies por medio de un solo canal en forma de serpentin, la tarea fuese dividida por medio de dos o más serpentines.
- 5
- 10 El colector-difusor con campo de flujo interdigitado es otro de los diseños sobresalientes en la distribución de especies/colección de corriente en celdas de combustible [15]. En este colector-difusor, las especies son distribuidas de forma muy similar a la configuración de canales paralelos, sin embargo, en el colector-difusor interdigitado, las especies son forzadas a migrar hacia la zona activa antes de llegar a la salida de flujo. Los canales paralelos en el colector-difusor interdigitado
- 15 son divididos en dos regiones: aquellos canales conectados directamente con la entrada de flujo, y aquellos conectados con la salida de flujo. Una vez que los reactivos fluyen a través de los canales paralelos, el paso de éstos es bloqueado de tal forma que su dirección de flujo cambia en ángulo recto dirigiéndose directamente hacia la zona activa. Aquí las especies tienen la opción de reaccionar o también la de fluir a los canales conectados con la salida de flujo. Esta decisión depende de la
- 20 cantidad de especies habitando la zona activa; habiendo una sobresaturación en la cantidad de especies, estas tienden a moverse hacia una salida de flujo disminuyendo la cantidad de gases reactantes que reaccionaron en el área activa. Esta técnica de forzar las especies a migrar hacia la zona activa favorece el rendimiento de la celda ya que incrementa la disponibilidad de los reactivos para participar en las reacciones electroquímicas. Este efecto es altamente deseado, especialmente
- 25 a altas densidades de corriente, condiciones usualmente caracterizadas por una carencia de los reactivos. Esta configuración también beneficia a la remoción de agua de las capas de difusión; en este caso el incremento del momento en las especies debido a su bloqueo aumenta su capacidad de arrastre de agua. Por otro parte, el principal problema del colector-difusor con campo de flujo interdigitado radica en el diseño en sí mismo. A bajas densidades de corriente existe un sobre llenado
- 30 de los electrodos con las especies; además de la alta caída de presión generada por el bloqueo de las especies. Estos mecanismos incrementan adicionalmente el fenómeno antes mencionado de crossover sobre la membrana, perjudicando significativamente el rendimiento de la celda. Una versión más apropiada de este colector-difusor sería aquella en la que no todas las especies fueran forzadas a viajar a hacia la zona activa.
- 35 Otros diseños de colectores-difusores ampliamente encontrados en la literatura emplean conceptos de distribución de flujo con espiral doble [16] o espirales con ángulos a 90° [17], sin embargo, estos

diseños presentan algunas restricciones referentes a su desempeño ya que no logran mejorar o asemejarse siquiera al desempeño obtenido por los colectores-difusores convencionales. Algunos, además conllevan a la inundación de los electrodos y/o a elevadas caídas de presión.

Debido a la gran importancia de la configuración geométrica del campo de flujo, se han estudiado combinaciones de los campos de flujo convencionales para conocer el impacto operativo en las celdas de combustible. En la patente MX/a/2013/014691 propiedad intelectual de Hernández-Guerrero et al. [18], presenta un colector difusor con un patrón de flujo basado en la mezcla de los conceptos de serpentín e interdigitado. En este colector difusor existe una sola entrada de flujo que se distribuye en tres (dos laterales en forma de serpentín y uno que aplica el concepto de flujo interdigitado). La fusión de los campos de serpentín e interdigitado en el colector difusor lleva a una distribución de especies efectiva. En la patente MX/a/2008/015472 propiedad intelectual de Hernández-Guerrero et al. [19], se describe un colector difusor con un diseño geométrico de distribución radial. La entrada de flujo está al centro y se ramifica en varios canales de flujo en forma radial obteniendo varias salidas. En este colector difusor el área transversal del canal es variable por lo que maximiza el área activa dando tiempo para que las reacciones electroquímicas realicen eficientemente. En la solicitud de patente MX/a/2017/017053 propiedad intelectual de Hernández-Guerrero et al. [20], se presenta un colector difusor con un patrón de flujo doble semi-espiral simétrico. Este colector difusor tiene una entrada de flujo que después se divide en dos canales laterales. Los canales laterales distribuyen los reactantes a través de canales en forma de "C", los cuales crean un patrón semi-espiral. El diseño de este colector difusor mantiene las siguientes características: baja caída de presión, remoción efectiva de agua y uniformidad en la concentración de especies.

La presente invención busca eliminar los problemas relacionados a la no homogeneidad en la distribución de especies, además de reducir la alta caída de presión generada. Para ello, la presente invención está basada en el concepto campo de flujo de canales interdigitados. El uso de este campo de flujo en un colector-difusor como lo propone la presente invención lleva a eliminar los problemas de alta caída de presión en comparación con colectores-difusores que usan campos de flujo convencionales, además de que incrementa la uniformidad de la concentración de especies sobre el área activa de la celda, todo esto sin perder practicidad. Las ventajas obtenidas con la presente invención se traducen en un mejor aprovechamiento de los materiales involucrados en la operación de este dispositivo, tales como los catalizadores y la membrana, disminuyendo con ello el costo de operación de este dispositivo electroquímico. Estos materiales se caracterizan por tener una constitución homogénea en sus propiedades, y por ende es sumamente necesario un arreglo homogéneo (uniforme) de las diferentes especies involucradas en el sistema.

REFERENCIAS

- [1] Sharma S, Pollet B.G. Support materials for PEMFC and DMFC electrocatalysts—A review. *Journal of Power Sources*, 208 (2012) 96-119.
- [2] Izquierdo M.A, Barragán V.M, Villaluenga P.G, Godino M.P, Water uptake and salt transport through Nafion cation-exchange membranes with different thicknesses. *Chem Engineering Science* 72 (2012) 1-9.
- [3] Yamanaka T, Takeguchi T, Takahashi H, Ueda W. Water Transport during Ion Conduction in Anion-Exchange and Cation-Exchange Membranes. *J Electrochem Soc* 156 (2009) B831-B835.
- [4] Xianguo L, Sabir I. Review of bipolar plates in PEM fuel cells: Flow-field designs. *International Journal of Hydrogen Energy* 30 (2005) 359-371.
- [5] Arvay A, Frech J, Wang J. C, Peng X. H, Kannan A. M, Review Nature inspired field designs for proton exchange membrane fuel cell, *International Journal of Hydrogen Energy* 38 (2013) 3717-3726.
- [6] Jayakumar K, Pandiyan S, Rajalakshmi N, Dhathathreyan K.S. Cost-benefit analysis of commercial bipolar plates for PEMFC's. *Journal of Power Sources*, 161 (2006) 454-459.
- [7] Mehta V, Cooper S. J. Review and analysis of PEM fuel cell design and manufacturing. *Journal of Power Sources* 114 (2003) 32-53.
- [8] T. Nguyen, T. Berning, N. Djilali, Computational model of a PEM fuel cell with serpentine gas flow channels, *Journal of Power Sources*, 130 (2004) 149–157.
- [9] Li X, Sabir I, Park J. A flow channel design procedure for PEM fuel cells with effective water removal. *J Power Sources*, 163 (2007) 933-942.
- [10] Shi Z, Wang X. A numerical study of flow crossover between adjacent flow channels in a proton exchange membrane fuel cell with serpentine flow field. *Journal of Power Sources*, 185 (2008) 985-992.
- [11] Johnson M.C, Wilkinson D.P, Kenna J, Vanderleeden O.R, Zimmerman J, Tabatabaian M. US Patent No. 6,586,128, 2003.
- [12] Lozano A, Valiño L, Barreras F, Mustata R. Fluid dynamics performance of different bipolar plates Part II. Flow through the diffusion layer. *Journal of Power Sources*, 179 (2008) 711-722.
- [13] Watkins D.S, Dircks K.W, Epp D.G. US Patent No. 4,988,583 (1991).
- [14] Park J, Li X. An experimental and numerical investigation on the cross flow through gas diffusion layer in a PEM fuel cell with a serpentine flow channel. *Journal of Power Sources*, 163 (2007) 853-863.
- [15] Hu G, Fan J, Chen S, Liu Y, Cen K, Three-dimensional numerical analysis of proton exchange membrane fuel cells (PEMFCs) with conventional and interdigitated flow fields, *Journal of Power Sources*, 136 (2004) 1-9.
- [16] Wilkening H., Huslage J., F. Hesel., US Patent No. 7,029,776
- [17] Debe M.K., Herdle T., US Patent No. 6,780,536

[18] Hernández Abel, Alatorre Martín, Angmen Daniel, Elizalde Francisco, Pérez Isaac, MX Patente No. MX/a/2013/014691.

[19] Hernández Abel, Rubio José, Alatorre Martín, Cano Sergio, MX Patente No. MX/a/2008/015472.

[20] Hernández Abel, González Carlos, Cano Fernando, Ramírez Fátima, Pérez Isaac, Luviano José,

5 MX Solicitud Patente MX/a/2017/017053.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

La Figura 1 muestra una representación de la vista frontal del colector-difusor con campo de flujo interdigitado con canales paralelos concéntricos para la distribución de especies y colección de electrones de una celda de combustible convencional.

10

La Figura 2 presenta una vista isométrica del colector-difusor con campo de flujo interdigitado con canales paralelos concéntricos.

La Figura 3 muestra el diseño y las principales partes del colector-difusor con campo de flujo interdigitado con canales paralelos concéntricos.

15

La Figura 4 exhibe con claridad los canales interdigitados colector-difusor con campo de flujo interdigitado con canales paralelos concéntricos.

La Figura 5 muestra una vista isométrica de cada uno de los componentes en el ensamble de una celda de combustible, con la correspondiente representación del colector-difusor en esta invención.

20

La Figura 6 representa el isométrico del ensamble final de la celda de combustible como parte de la presente invención.

La Figura 7 presenta la vista lateral del ensamble final, y muestra el contacto entre el colector-difusor y el ensamble membrana-electrodo (MEA, por sus siglas en inglés) como parte de la presente invención.

25

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCIÓN

La presente invención introduce un colector-difusor con campo de flujo interdigitado con canales paralelos concéntricos para la distribución de especies y colección de corriente eléctrica en celdas de combustible.

Descripción del diseño del colector-difusor:

30

El colector-difusor con campo de flujo interdigitado con canales paralelos concéntricos consiste en un campo de flujo grabado en una de las caras de una placa (1). El campo de flujo es formado y definido por canales grabados en la placa monopolar/bipolar. El campo de flujo se extiende en un área correspondiente al área de reacción (2). El área de reacción es establecida por el tamaño y forma de membrana utilizada en la celda de combustible. El colector difusor tiene simetría respecto

35

al eje/plano (3) ubicado a la mitad de la placa.

El fluido comienza su recorrido a partir de la entrada (4), ubicada sobre el eje de simetría (3) fuera del área de reacción (2). El flujo es dirigido desde la entrada (4) a través de un canal recto ubicado sobre el eje de simetría (3) en dirección al área de reacción (2).

5 Al entrar al área de reacción (2) el canal se divide en dos canales (5) que siguen el contorno del área de reacción. Existe un canal de salida que nace en el centro del área de reacción y se dirige hacia la salida (6) en trayectoria recta sobre el eje simétrico (3). La salida (6) se encuentra también sobre el eje de simetría (3) pero fuera del área de reacción (2) del lado opuesto a la entrada (4).

10 Los canales (5) siguen el contorno del área de reacción (2) hasta topar con los canales (7) que son canales paralelos al canal de salida. A partir del canal del contorno (5) son generados canales en el interior del área de reacción. Estos canales conservan la forma de los canales de contorno (5) alineados concéntricamente, pero con dimensiones más pequeñas a manera capas. Estos canales concéntricos, canales (8) conectados a la entrada y canales (9) conectados a la salida, están ordenados de forma alterna. Siendo el canal (5) de contorno el inicial conectado a la entrada, el canal interior siguiente se conectará a la salida, el canal interior siguiente se conectará a la entrada y así

15 sucesivamente hasta llegar al centro del área de reacción (2). Los canales (8) conectados con la entrada están conectados mediante los canales paralelos (7) que conectan a los canales contorno (5) los cuales conectan con el canal de entrada. Los canales internos (9) que conectan a la salida están conectados mediante un canal (10) situado sobre el eje de simetría (3). Este canal (10) es una extensión del canal recto que dirige el flujo a la salida (6) sobre el eje de simetría (3).

20 Los canales (8) conectados a la entrada y los canales (9) conectados a la salida, no se conectan entre sí. Esta forma incomunicada y entrelazada de los canales (8) conectados a la entrada y los canales (9) conectados a la salida es lo que se define como formación interdigitada.

25 El número de canales sobre la placa podrá ser cualquiera y se fijará de acuerdo a las aplicaciones específicas. De acuerdo a los criterios de diseño y construcción, el dispositivo se puede fabricar por mecanizado, moldeado o estampado, empleando placas de metal, compuestos poliméricos (composites), grafito o cualquier otro de los materiales aplicados en la fabricación de placas bipolares.

Descripción de la operación de la celda de combustible:

30 La Figura 5 presenta cada una de las partes que conforma una celda de combustible tradicional. A continuación, se presenta una descripción detallada de la operación de la celda electroquímica. En el ánodo es alimentado el combustible, que fluye a través de la placa de distribución. Los gases en el colector-difusor fluyen hacia la capa de difusión de gases (14), para llegar a la capa de catalizador. En la interfaz entre el catalizador de ánodo (15) y la membrana (16), el combustible es oxidado, de

35 la reacción de oxidación de producen iones y electrones. Los iones son transportados del ánodo al cátodo a través de la membrana, esta membrana permite el flujo de iones e impide el paso de otras

especies. Los electrones producto de la oxidación, pasan de del colector en el ánodo (12) al colector en el cátodo (20) a través de un circuito eléctrico externo. El circuito externo une al ánodo y cátodo, los electrones fluyen entonces desde la placa anódica (13) hasta la placa catódica (19). En el lado del cátodo, donde es alimentado el agente oxidante, sucede una reacción electroquímica entre el agente oxidante, los iones que cruzan a través de la membrana y los electrones que fluyen por el circuito externo, esta reacción sucede en la interfaz entre el catalizador catódico (17) y la membrana (16). De la misma manera que en el combustible, el agente oxidante presente en el cátodo es distribuido por medio de la placa de distribución (19), y pasa a través de la capa de difusión (18) para llegar a la zona activa. El campo de flujo interdigitado con canales paralelos es grabado sobre los colectores-difusores. El ensamble de todos los componentes de la celda de combustible se realiza usando las placas sujetadoras (11,21), estas placas mantienen unidas todas las partes de la celda. La evolución de la concentración de reactivos debido a las reacciones electroquímicas es altamente influenciada por la forma de distribución del flujo en el colector-difusor (13, 19), también los catalizadores y la membrana tienen efectos importantes. Ambos elementos están cuidadosamente diseñados para cumplir una función específica en la operación de la celda. En el caso de la membrana, está compuesta por grupos funcionales sulfónicos con una carga fija positiva o negativa, permitiendo atraer o bloquear las especies de carga opuesta o semejante desde el lugar en que se generan hasta el lugar que se consumen. Por otra parte, los catalizadores están formados comúnmente por nanopartículas de materiales como oro, platino, paladio, entre otros. Estos materiales son distribuidos uniformemente en toda el área activa de la celda de combustible para catalizar las reacciones que suceden esa zona. Debido a esto, es de extrema importancia garantizar la distribución homogénea de las especies para activar cada una de las zonas de estos componentes a su máximo potencial.

En las Figuras 6 y 7 se presenta el ensamble final que incluye al colector-difusor con campo de flujo interdigitado con canales paralelos concéntricos. En la Figura 7 se presenta una vista lateral, en esta vista se aprecia la ubicación del ensamble capa de difusión-membrana-catalizadores (16).

EJEMPLOS

La presente invención comprende un colector-difusor con campo de flujo interdigitado con canales paralelos concéntricos. La invención mejora el desempeño en las celdas de combustible a través de la generación de mayor uniformidad en la concentración de especies sobre el área activa, además de una reducida caída de presión. La presente invención es capaz de promover una potencia del orden de 350-400 mW/cm² en una celda de combustible alimentada con hidrógeno, ofrecer un gradiente de concentración de combustible entre la entrada y la salida de flujo menor a 0.050 wt %, y una caída de presión apenas del orden de 0.35 kPa, esto para una razón estequiométrica de 1.5, una temperatura de 70 °C, y a una densidad de corriente de 1 A/cm². Bajo condiciones de operación

semejantes, los colectores difusores convencionales promueven una generación de potencia similar (350-400 mW/cm²), sin embargo, los gradientes de concentración y presión están en el orden de 0.065 wt % y 1.12 kPa, respectivamente. La presente invención genera una caída de presión del orden de cientos de pascales, mientras que los colectores difusores convencionales del orden de

5

miles de pascales. Las celdas de combustible proporcionan una alternativa en la generación de energía con numerosas ventajas como lo son la producción de energía limpia, operación silenciosa, alta eficiencia, sólo por mencionar algunas. Las celdas de combustible son eficientes en un 60-90%, mientras que las máquinas convencionales (plantas térmicas y motores de combustión) alcanzan un rango en la

10

eficiencia apenas del 25-30%. Las principales aplicaciones de estos dispositivos electroquímicos se enfocan en la energía remota (locaciones sin acceso a electricidad de servicio público), energía portátil en equipos electrónicos tales como teléfonos celulares o computadoras, energía eléctrica para impulsar motores vehiculares (para el transporte terrestre, marítimo, y espacial), solo por mencionar algunas.

15

El colector difusor con campo de flujo interdigitado con canales paralelos concéntricos, al ser usado en los llamados stacks (conjunto de celdas de combustible) llevará grabado el campo de flujo sobre ambas superficies (superior e inferior) del colector difusor. Esta ingeniosa idea fue concebida con el objetivo de minimizar los costos en los materiales, en este caso, ambos tipos de reactantes (anódicos y catódicos) son distribuidos por una sola placa colectora. El colector difusor tiene en un mismo

20

instante el papel de colector anódico y catódico, debido a esto, el colector difusor en stacks es también conocido como placa bipolar. Actualmente una de las mayores adversidades de estos dispositivos yace en la alta caída de presión generada por los colectores difusores convencionales. Se sabe que en stacks alimentados con hidrógeno, el 35 % de la energía producida por el dispositivo electroquímico es gastada en el bombeo de las especies. La reducida caída de presión característica

25

de la presente invención reduce dicho gasto de potencia a un 8 % de la potencia producida.

REIVINDICACIONES

Habiendo descrito lo suficiente de la invención **“COLECTOR DIFUSOR PARA CELDAS DE COMBUSTIBLE DE GENERACIÓN ELÉCTRICA CON CAMPO DE FLUJO INTERDIGITADO CON CANALES PARALELOS CONCÉNTRICOS”** se reclama como propio lo contenido en las siguientes reivindicaciones:

- 1) Colector-difusor para celdas de combustible con campo de flujo interdigitado grabado en la placa monopolar/bipolar, que consiste en canales paralelos concéntricos que se extienden en un área correspondiente al área de reacción (2), el colector difusor tiene simetría respecto al eje/plano (3) ubicado a la mitad de la placa sobre el cual se localiza la entrada (4) en la que el fluido comienza su recorrido a través de un canal recto ubicado sobre el eje de simetría (3), el canal se divide en dos canales (5) que siguen el contorno del área de reacción (2). Existe un canal de salida que nace en el centro del área de reacción (2) y se dirige hacia la salida (6) en trayectoria recta sobre el eje simétrico (3). La salida (6) se encuentra también sobre el eje de simetría (3) pero fuera del área de reacción (2) del lado opuesto a la entrada (4). Los canales (5) siguen el contorno del área de reacción (2) hasta topar con los canales (7) que son canales paralelos al canal de salida. A partir del canal del contorno (5) son generados canales en el interior del área de reacción, estos canales conservan la forma de los canales de contorno (5) alineados concéntricamente, pero con dimensiones más pequeñas a manera capas y están ordenados de forma alterna. Siendo el canal (5) de contorno el inicial conectado a la entrada, el canal interior siguiente se conectará a la salida, el canal interior siguiente se conectará a la entrada y así sucesivamente hasta llegar al centro del área de reacción (2). Los canales (8) conectados con la entrada están conectados mediante los canales paralelos (7) que conectan a los canales contorno (5) los cuales conectan con el canal de entrada. Los canales internos (9) que conectan a la salida están conectados mediante un canal (10) situado sobre el eje de simetría (3). Este canal (10) es una extensión del canal recto que dirige el flujo a la salida (6) sobre el eje de simetría (3). Los canales (8) conectados a la entrada y los canales (9) conectados a la salida, no se conectan entre sí, esta forma incomunicada y entrelazada de los canales (8) conectados a la entrada y los canales (9) conectados a la salida es lo que se define como formación interdigitada.
- 2) Colector-difusor como se reivindica en 1) caracterizado principalmente por la forma de los canales de flujo maquinados sobre su superficie (3). El colector-difusor se caracteriza por tener un campo de flujo interdigitado con canales paralelos concéntricos.
- 3) Colector difusor como se reivindica en 1), el colector difusor comprende y se caracteriza por poseer un canal recto sobre el eje de simetría a la entrada (4), el canal se divide en dos

- canales (5). Los canales (9) proporcionan una trayectoria definida tal que el flujo experimenta cambios en su dirección en forma de zigzag.
- 5 4) Colector difusor como se reivindica en 2), que se caracteriza porque al incluir el campo de flujo interdigitado (8) se obliga a que parte de los reactantes migren en forma forzada hacia el área de reacción a través de la capa de difusión.
- 10 5) Colector difusor como se reivindica en 1), en donde la placa comprende dos orificios, uno de entrada de los reactantes (4) y uno de salida de los residuos (6). El orificio de entrada (4) se caracteriza por llevar a los reactantes a una bifurcación dividiendo parte de estos hacia el campo de flujo de canales paralelos concéntricos. El orificio de salida (6), por otro lado, es el ducto por el cual los residuos (aquellos reactivos que no participaron en la electroquímica del sistema o bien que son producto de la misma) abandonan la celda de combustible.
- 6) Colector difusor como se reivindica en 1) que se caracteriza porque puede poseer un diseño cuadrado o rectangular.
- 15 7) Colector difusor como se reivindica en 1) en donde los canales de distribución de los reactantes se caracterizan por considerar un área con sección transversal constante o variable, esto último dependerá del tipo de aplicación a la que se enfrenta el colector difusor.
- 8) Colector difusor como se reivindica en 1), que se caracteriza porque la placa puede ser usada como colector difusor en el ánodo (11), o como colector difusor en el cátodo (17).
- 20 9) Colector difusor como se reivindica en 1), en donde el uso del campo de flujo interdigitado con canales paralelos concéntricos se caracteriza porque puede ser maquinado en ambos lados o en uno solo del colector difusor; es decir, el uso del colector difusor con campo de flujo interdigitado con canales paralelos concéntricos en los llamados stacks.
- 25 10) Colector difusor como se reivindica en 1), que se caracteriza porque puede ser usado en celdas de combustible de cualquier clase (celdas de hidrógeno, metanol, etanol, borohidruros, etc.).

RESUMEN

La invención presenta un colector-difusor con un patrón de flujo interdigitado con canales paralelos concéntricos. En el colector-difusor, una sola entrada de flujo conduce los reactivos a dos canales laterales para distribuir el flujo a canales con forma "C" recta y distribuirlos sobre el área activa. Estos canales no se encuentran comunicados con la salida para producir el efecto interdigitado, con esto se obliga a las especies a migrar a las capas de difusión contiguas al colector-difusor. Canales intermedios con forma C recolectan los residuos de las especies provenientes de las capas de difusión para conducirlos a un canal central, el cual se encarga de dirigir el flujo a la salida del colector-difusor. El presente diseño mantiene las dos características más buscadas en las placas de distribución: una baja caída de presión, además de una alta uniformidad en la concentración de especies. En la invención se incluyen dos placas distribuidoras, el ensamble membrana-catalizadores, dos placas colectoras, y dos placas sujetadoras que hermetizan a las placas distribuidoras con el ensamble membrana electrodo. El colector-difusor descrito puede ser empleado en ambos lados, ánodo y cátodo; es decir éste puede ser usado para distribuir el combustible y/o el agente oxidante.

1/4

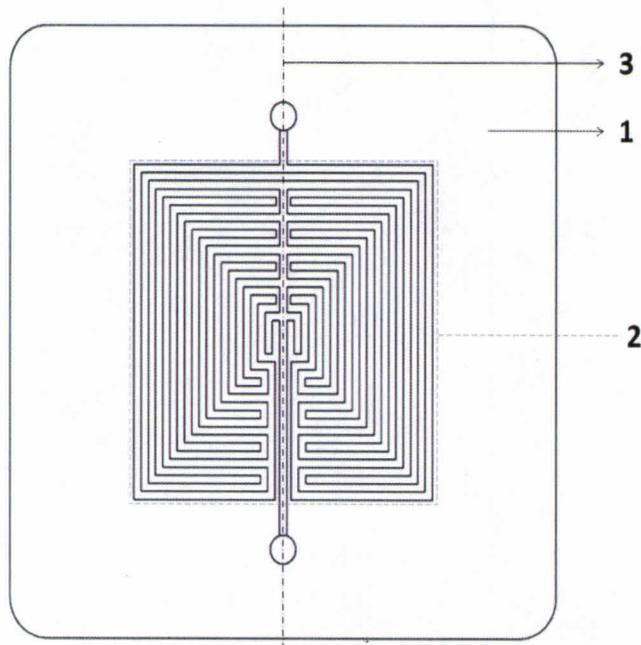


Figura 1

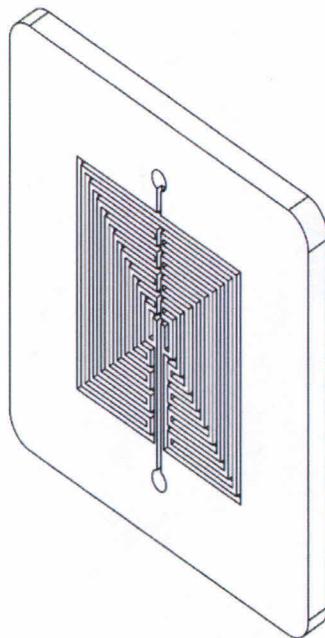


Figura 2

2/4

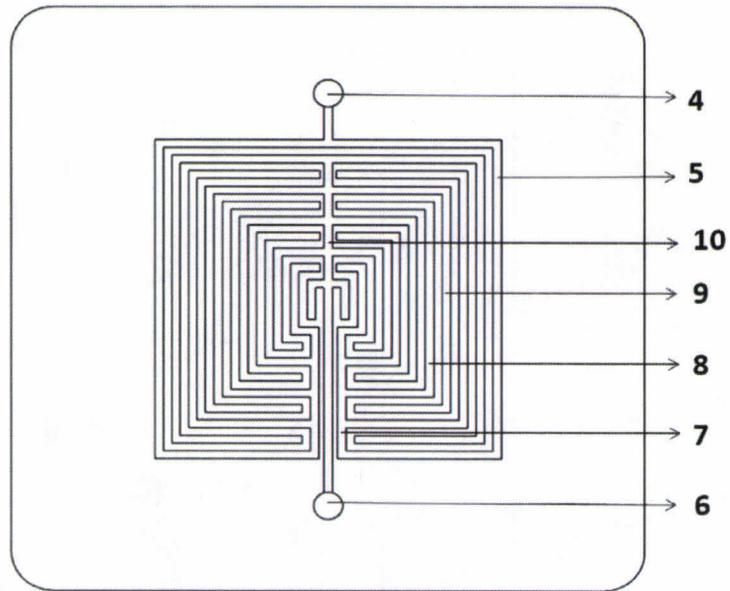


Figura 3

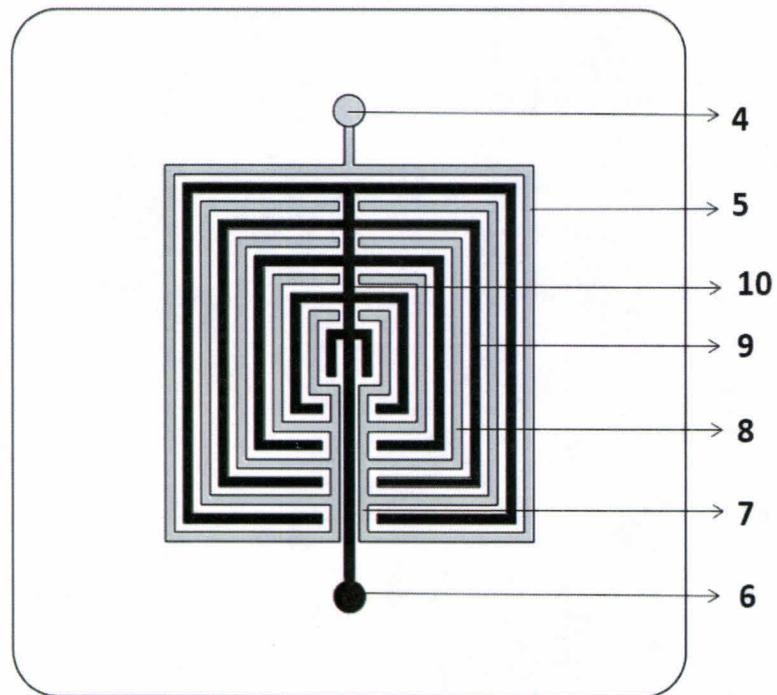


Figura 4

3/4

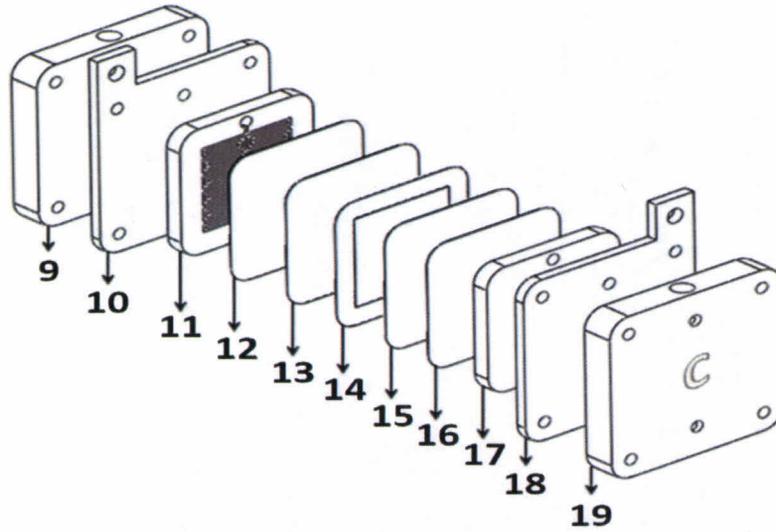


Figura 5

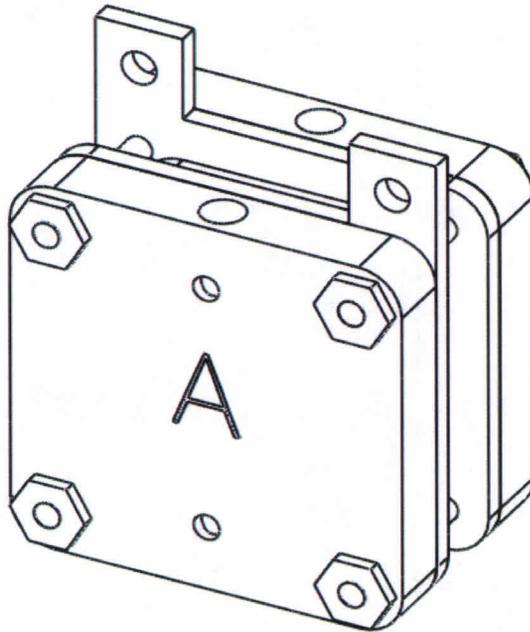


Figura 6

4/4

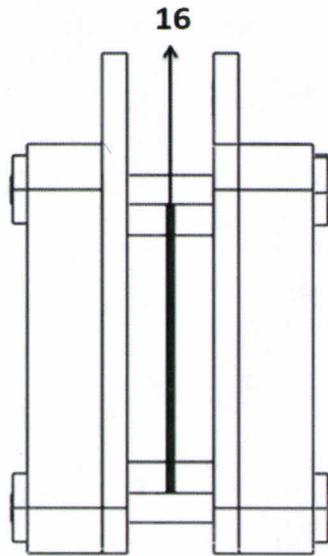


Figura 7