



TÍTULO DE PATENTE No. 385421

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 DOBLE SEMI-ESPIRAL SIMÉTRICO.

Clasificación: **CIP:** H01M8/0263; H01M8/02; H01M8/0202; H01M8/0206
CPC: H01M8/0263; H01M8/02; H01M8/0202; H01M8/0206

Inventor(es): CARLOS ULISES GONZALEZ VALLE; FERNANDO CANO BANDA; JOSE LUIS LUVIANO ORTIZ; ISAAC BERNABÉ PERÉZ RAYA; ABEL HERNÁNDEZ GUERRERO; FÁTIMA HAYDEE RAMÍREZ GONZÁLEZ

SOLICITUD

Número:	Fecha de Presentación:	Hora:
MX/a/2017/017053	20 de Diciembre de 2017	14:39

Vigencia: Veinte años

Fecha de Vencimiento: 20 de diciembre de 2037

Fecha de Expedición: 12 de agosto de 2021

La patente 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 23 de la Ley de la Propiedad Industrial, la presente patente tiene una vigencia de veinte 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), sub inciso iii), 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), sub inciso iii), 16 fracciones I y III y 30 del Estatuto Orgánico del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial; 1º, 3º y 5º fracción I y antepenúltimo párrafo del 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 autría, 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.

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

PEDRO DAVID FRAGOSO LÓPEZ



Cadena Original:
PEDRO DAVID FRAGOSO LOPEZ|00001000000506606281|SERVICIO DE ADMINISTRACION TRIBUTARIA|1052|MX/2021/81188|MX/a/2017/017053|Título de patente normal|1223|GAGV|Pág(s) 1|2BXyalPnQSqrAl71rw2tCba0+K0=

Sello Digital:
0rypLQ16S81+pyMFnOo4QqAqxqBYXQfLWswZEWtJGWcvNp6Lig/K1F634PEMAoY4Ake2KP0bXEiAkfN8SftOS0BaoXrw44BUxaGXqKs//G3yzwPglayDRDVgmFvL+GeXYXedzzJPnsNL7OLPwm6S9lvEOnvbAXIp0+6Y+2ica3TTYSU0FqNmz7a4M+ISDmqxoyw+/DjulGEfIIHyESeWYvJFJ1ca2ELRlb0nhAlsQK001Ov5ryOeoAolaZMKJe6kPnpMhdnuB1dYX2FHZl5IIFBBTHT8XY/3foh5rKbuS496+7cm+/BRYrQh4ASAU6R1+LtvZmgbw3QFd0oYSzrw==



MX/2021/81188





COLECTOR DIFUSOR PARA CELDAS DE COMBUSTIBLE DE GENERACIÓN ELÉCTRICA CON CAMPO DE FLUJO DOBLE SEMI-ESPIRAL SIMÉTRICO

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 doble semi-esprial simétrico. El presente colector difusor genera una alta uniformidad en la concentración de especies sobre el área activa además de una reducida caída de presión, resolviendo con ello dos de los problemas más adversos en la operación de una celda de combustible. En el colector difusor con campo de flujo semi-esprial simétrico, los canales en forma de semi-esprial llevan a tener una fácil remoción de las especies, especialmente el agua líquida que tiende a inundar los electrodos.

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 marítima), y dispositivos portátiles, entre otros.

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 impiden su comercialización –aunque éstas no opacan el interés del ámbito industrial y científico en este tipo de tecnologías. Hoy en día, la investigación en relación a 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 sobre-saturado 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 colector 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 así 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 tal que el recorrido de los electrones sea reducido lo mayormente posible, para de esta forma minimizar la resistencia a su paso [8]. Por otro lado, 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 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 otro lado, en lo referente también a la distribución de especies en la celda, el correcto manejo del agua producto de las reacciones es también 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 para con ello 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 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], refiere a un colector difusor caracterizado 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 serpentín. 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 serpentín corresponde al de mayor aceptación en el campo ingenieril, esto debido a su relativa efectividad en el manejo de especies. El serpentín, 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. Por otro lado, 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 serpentín, la tarea fuese dividida por medio de dos o más serpentines.

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 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 cantidad de especies habitando la zona activa; habiendo un sobresaturado en la cantidad de especies, éstas tienen de moverse hacia una salida de flujo disminuyendo la cantidad de gases reactantes que reaccionarán 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 a participar en las reacciones electroquímicas. Este efecto es altamente deseado especialmente 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 lado, 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 de los electrodos con las especies; además de la alta caída de presión generada por el bloqueo de las especies. Estos mecanismos incrementan además 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.

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 al inundamiento de los electrodos y/o a elevadas caídas de presión.

La presente invención mejora las principales características negativas de los diseños convencionales. Esto es, elimina los problemas relacionados a la no homogeneidad en la distribución de especies, además de que reduce la alta caída de presión generada. Para ello, la presente invención utiliza un campo de flujo semi-espiral simétrico que permite tener dos canales simétricos (4), para distribuir el flujo de los gases reactantes. A diferencia de los patrones de flujo definidos por un solo canal como serpentín o espiral, los dos canales simétricos que componen el campo de flujo (4), reducen la caída de presión ya que los flujos recorren una distancia menor hacia la salida que los patrones de flujo con un solo serpentín. 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 de sus propiedades, y por ende es altamente necesario un acomodo homogéneo (uniforme) de las diferentes especies que tienen lugar.

El presente colector difusor es analizado y comparado con las configuraciones convencionales bajo condiciones reales de operación de una celda de combustible. Para ello, se seleccionó como fuente de estudio a la celda alimentada con hidrógeno como combustible y oxígeno como oxidante (celda de combustible de intercambio protónico). Esta última, actualmente representa la celda electroquímica de mayor interés y desarrollo en el ámbito ingenieril e industrial. La operación de la celda combustible bajo cada colector difusor es comparada en términos de distribución de densidad de corriente, uniformidad de la distribución de especies, caída de presión, curvas de polarización, y potencia generada.

El análisis de desempeño fue realizado mediante un modelo numérico tridimensional que toma en cuenta los efectos relacionados a fenómenos electroquímicos inherentes a la celda; en este caso los transportes difusivos y convectivos, la cinética-química de las reacciones (tanto en el ánodo como en el cátodo), el transporte de electrones y protones, el consumo de

especies, la generación de agua en el lado del cátodo y el transporte de agua a través de la membrana (efecto electro-osmótico).

Los resultados muestran un mejor desempeño del presente colector difusor para uniformizar la distribución de especies sobre el área activa, además de mantener una caída de presión a través de los canales de flujo significativamente menor en comparación con el colector difusor convencional en forma serpentin y a aquel con campo de flujo interdigitado, lo que convierte a la presente invención en un opción viable y efectiva para el manufacturado de celdas de combustible.

10

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, Frecnh 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.

30

- [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.
5 *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.
- 10 [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*,
15 185 (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).
- 20 [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).
25
- [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.

5 [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

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

10

La Figura 1 muestra una representación de la vista frontal del colector difusor con campo de flujo doble semi-espiral simétrico para la distribución de especies y colección de electrones de una celda de combustible convencional.

15 La Figura 2 muestra una vista isométrica del colector difusor con campo de flujo doble semi-espiral simétrico.

La Figura 3 muestra el diseño del colector difusor con campo de flujo doble semi-espiral simétrico y señala las partes principales de éste.

20

La Figura 4 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.

25 La Figura 5 muestra el isométrico del ensamble final de la celda de combustible como parte de la presente invención.

La Figura 6 muestra 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.

DESCRIPCIÓN DETALLADA DE LA INVENCION

La presente invención introduce un colector difusor con campo de flujo semi-espiral simétrico para la distribución de especies y colección de corriente eléctrica en celdas de combustible. El colector difusor genera una efectiva homogenización 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). El colector difusor con campo de flujo semi-espiral simétrico también conlleva a una reducida caída de presión en comparación con los colectores difusores convencionales y como consecuencia se incrementa la potencia neta generada.

Descripción del diseño del colector difusor:

La principal novedad en esta invención consiste en la geometría de los canales de flujo manufacturados (por medio de máquinas de control numérico computarizado) sobre la cara de la placa colectora donde se suministran los gases reactantes (3). Los canales de flujo tienen un eje de simetría (6) a lo largo de la placa colectora, de manera que los canales forman patrón de un flujo compuesto por dos semi-espирales orientados simétricamente sobre el plano horizontal de la figura 1. Los canales de flujos son colocados sobre el área reactiva que se define como una zona correspondiente al tamaño de la MEA usualmente con forma cuadrada. El diseño del campo de flujo es delimitado a estar dentro de esta zona.

El campo de flujo sobre el colector difusor consta de una entrada (1) y una salida (2) colocadas en lados opuestos sobre el eje de simetría (6) fuera del área activa. El canal central (4), es un canal recto que parte de la entrada de flujo (1) hacia el centro del colector difusor sobre el eje de simetría (6). Al final de este canal existen dos canales (5) simétricamente opuestos respecto al eje de simetría (6) dividiendo el flujo del canal central (4) en dos flujos.

A continuación, se hace referencia a un solo lado del campo de flujo ya que cuenta con simetría respecto al eje (6).



Los canales (7) son canales con forma de “C cuadrada”. Los canales (7) son ubicados de tal manera que los extremos de los canales (5) se encuentran envueltos por los canales (7). A partir de los canales (7), más canales con forma de “C cuadrada” son creados de forma que envuelvan a los canales internos con forma de “C cuadrada”. El eje de simetría horizontal (8) de los canales con forma de “C cuadrada” es paralelo a los canales (5) y perpendicular al eje de simetría (6) (ver área sombreada).

El extremo del canal (5), se conecta con el extremo interior del canal con forma de “C cuadrada” (7). El extremo superior del canal con forma de “C cuadrada” (7) se conecta a con el extremo superior del siguiente canal con forma de “C cuadrada” mediante un canal recto paralelo al canal central y a su vez el extremo interior de este último canal del canal con forma de “C cuadrada” se conectará con el siguiente canal de “C cuadrada”.

Las conexiones entre canales con forma de “C cuadrada” se alternan conectándose por la parte superior o inferior de acuerdo al número de canales, de tal manera que el último canal con forma de “C cuadrada” (9) (canal exterior) y su antecesor (canal interno inmediato) estén conectados en sus extremos inferiores entre sí.

Los canales externos (últimos canales con forma de “C cuadrada”) (9) se conectan entre sí en la parte exterior del campo de flujo, junto al canal de salida (10). El canal de salida (10) es un canal recto sobre el eje de simetría (6) que conecta la salida (2) con los canales (9).

El número de canales sobre la placa podrá variar 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.

El colector difusor para celdas de combustible de generación eléctrica con campo de flujo semi-espiral simétrico se presenta en la Figura 1 (vista frontal) y en la Figura 2 (vista isométrica).

5

Descripción de la operación de la celda de combustible:

La Figura 4 presenta cada uno de los componentes que constituyen una celda de combustible tradicional. La operación de la celda electroquímica como un sistema cerrado se describe a continuación: en el lado del ánodo, el combustible fluye a través de la placa de distribución (13). Los gases en el colector difusor fluyen hacia la capa de difusión de gases (14), para finalmente llegar a la capa catalizadora (15). En la interfaz entre el catalizador del ánodo (15) y la membrana (16), el combustible es oxidado, generando iones y electrones. Los iones son transportados del ánodo al cátodo a través de la membrana (16), esta membrana promueve el flujo de estos iones y bloquea el paso de otras especies. Los electrones pasan del colector en el ánodo (12) al colector en el cátodo (20) a través de un circuito externo. El circuito externo une al ánodo y cátodo, los electrones fluyen desde la placa anódica (12) hasta la placa catódica (20). En el lado del cátodo, una reacción de combinación entre los electrones, los iones, y el agente oxidante se lleva a cabo en la interfaz entre el catalizador catódico (17) y la membrana (16). Al igual que el combustible, el agente oxidante (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 doble semi-espiral simétrico es grabado sobre los colectores difusores (13, 19). El ensamble de todos los componentes se realiza mediante las placas sujetadoras (11) y (21), estas placas mantienen unidos a cada uno de los componentes.

La evolución de los reactivos por medio de las reacciones electroquímicas no solo es altamente influenciada por la forma de distribución del flujo en el colector difusor (19) y (13), también los catalizadores (15) y (17) y la membrana (16) juegan un papel importante. Ambos elementos están finamente diseñados para cumplir su función particular. La

30

- membrana, por ejemplo, está compuesta por grupos sulfónicos cargados positiva o negativamente, logrando con ello atraer/bloquear las partículas de carga opuesta/semajante desde el lugar en que se generan hasta el lugar en que se consumen. Los catalizadores, por otro lado, son formados comúnmente por nano-partículas de materiales tales como oro, platino, paladio, solo por mencionar algunos. Estos materiales están uniformemente distribuidos a lo largo de la zona activa de la celda, de aquí la importancia de homogenizar las especies para con ello activar cada una de las zonas de estos componentes a su máximo potencial.
- 5
- 10 Las Figuras 5 y 6 muestran el modelado final del ensamble que incluye al colector difusor con campo de flujo doble semi-esprial simétrico. En la Figura 5 se presenta una vista isométrica del ensamble. La Figura 6 por otro lado, presenta una vista lateral; esta vista muestra el ensamble membrana-catalizadores (22).

15 EJEMPLOS

La presente invención comprende un colector difusor con campo de flujo doble semi-esprial simétrico. La invención mejora el desempeño en las celdas de combustible a través de generar una mayor uniformidad en la concentración de especies sobre el área activa, además de una reducida caída de presión. La presente invención es capaz de generar una potencia de alrededor 350-400 mW/cm² para una celda de combustible alimentada con hidrógeno, además de ofrecer un gradiente de concentración de combustible entre la entrada y la salida de flujo menor a 0.055 wt.%, y una caída de presión apenas del orden de 0.20 kPa, esto para un 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 tienen 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 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 eficiencia apenas del 25-30%. Las principales aplicaciones de estos dispositivos electroquímicos se enfocan en la generación de energía remota (locaciones sin acceso a electricidad de servicio público), generación de energía portátil en equipos electrónicos tales como teléfonos celulares o computadoras, generación energía eléctrica para impulsar motores vehiculares (para el transporte terrestre, marítimo, y espacial), solo por mencionar algunas.

El colector difusor con campo de flujo doble semi-espiral simétrico al ser usado en los llamados stacks (conjunto de celdas de combustible) llevará maquinado 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 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 reside 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 de la presente invención reduce dicho gasto de potencia a un 6.2 % de la potencia producida.



REIVINDICACIONES

Habiendo descrito lo suficiente la invención, se reclama como propio lo contenido en las siguientes reivindicaciones:

5

1. Un colector-difusor para celdas de combustible, que se caracteriza por tener un campo de flujo doble semi-espiral simétrico, que consiste en: una entrada (1) y una salida (2) colocadas en lados opuestos de un eje de simetría (6) fuera del área activa. El flujo es dirigido desde la entrada (1) por un canal central (4) hacia el centro del colector difusor sobre el eje de simetría (6). Al final de este canal existen dos canales (5) simétricamente opuestos respecto al eje de simetría (6) que dividen el flujo del canal central (4) en dos flujos. Cada uno de los canales (5) se conecta a un primer canal con forma de “C cuadrada” (7). A partir de los canales con forma de “C cuadrada” (7), más canales con forma de “C cuadrada” son creados de forma que envuelvan a los canales internos. Las conexiones entre canales con forma de “C cuadrada” se alternan conectándose por la parte superior o inferior de acuerdo al número de canales, de tal manera que el último canal con forma de “C cuadrada” (9) (canal exterior) se conectan al canal de salida (10). El canal de salida (10) se conecta a la salida (2) al terminar su recorrido.
- 20 2. El dispositivo de conformidad con la reivindicación 1, se caracteriza por un canal central (4) que distribuye el flujo desde la entrada (1) hacía el centro del área activa.
3. El dispositivo de conformidad con la reivindicación 1, se caracteriza por dos canales simétricamente opuestos (5) que conectan el canal central (4) con canales con forma de “C cuadrada” (7).
- 25 4. El dispositivo de conformidad con la reivindicación 1, se caracteriza porque los canales en forma de “C cuadrada” proporcionan una trayectoria de zigzag al flujo desde la zona central del área activa hacía la periferia del área activa. La forma de los canales con forma de “C cuadrada” (7) y (9) se ajustan a la forma del área activa. Para un área activa circular, los canales (7) y (9) tienen forma de “C circular”.



5. El dispositivo de conformidad con la reivindicación 1, el un número de canales con forma de “C cuadrada” (7) es determinado en base a las dimensiones del área activa.
6. El dispositivo de conformidad con la reivindicación 1, se caracteriza porque los canales externos (últimos canales con forma de “C cuadrada”) (9) se conectan entre sí en la parte exterior del campo de flujo, junto al canal de salida (10) para evacuar el flujo del área activa.
7. El dispositivo de conformidad con la reivindicación 1, se caracteriza por tener un canal de entrada (4) y un canal de salida (10) sobre el eje de simetría (6).
8. El dispositivo de conformidad con la reivindicación 1, caracterizado porque la forma de la sección transversal de los canales es circular, triangular o cuadrada.



RESUMEN

La invención presenta un colector difusor con un patrón de flujo doble semi-espiral simétrico. El colector difusor tiene una sola entrada de flujo que conduce los reactantes hasta dos canales laterales. Los canales laterales son los encargados de distribuir los reactantes sobre el área activa a través de canales concéntricos con forma “C” creando un patrón semi-espiral. La configuración doble semi-espiral para el campo de flujo del colector difusor está basada en la forma en que están conectados los canales en “C”, estos canales están conectados de manera que el flujo experimenta cambios de dirección en forma de espiral hasta llegar al centro de la celda. El campo de flujo sobre el colector difusor tiene un eje de simetría a lo largo del centro de la celda, lo que hace que los dos patrones de flujo semi-espiral sean simétricamente opuestos. Se dispone de un canal central que colecta los flujos provenientes de los semi-espirales en el centro de la celda y lleva los residuos hacia la salida. El presente diseño mantiene tres características ampliamente buscadas en el diseño de placas de distribución, a saber, una baja caída de presión, remoción efectiva de agua, 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 oxidante.

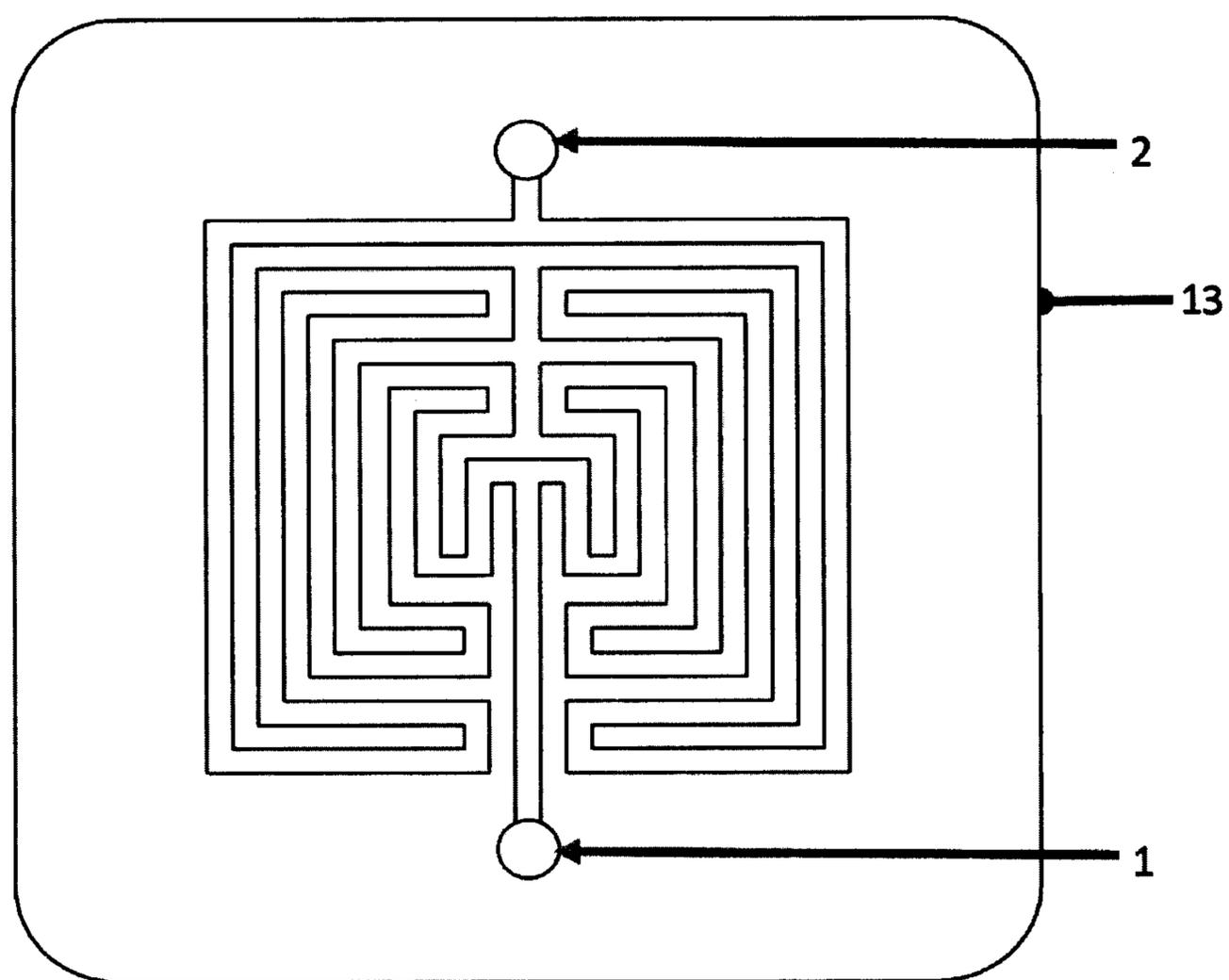


Figura 1

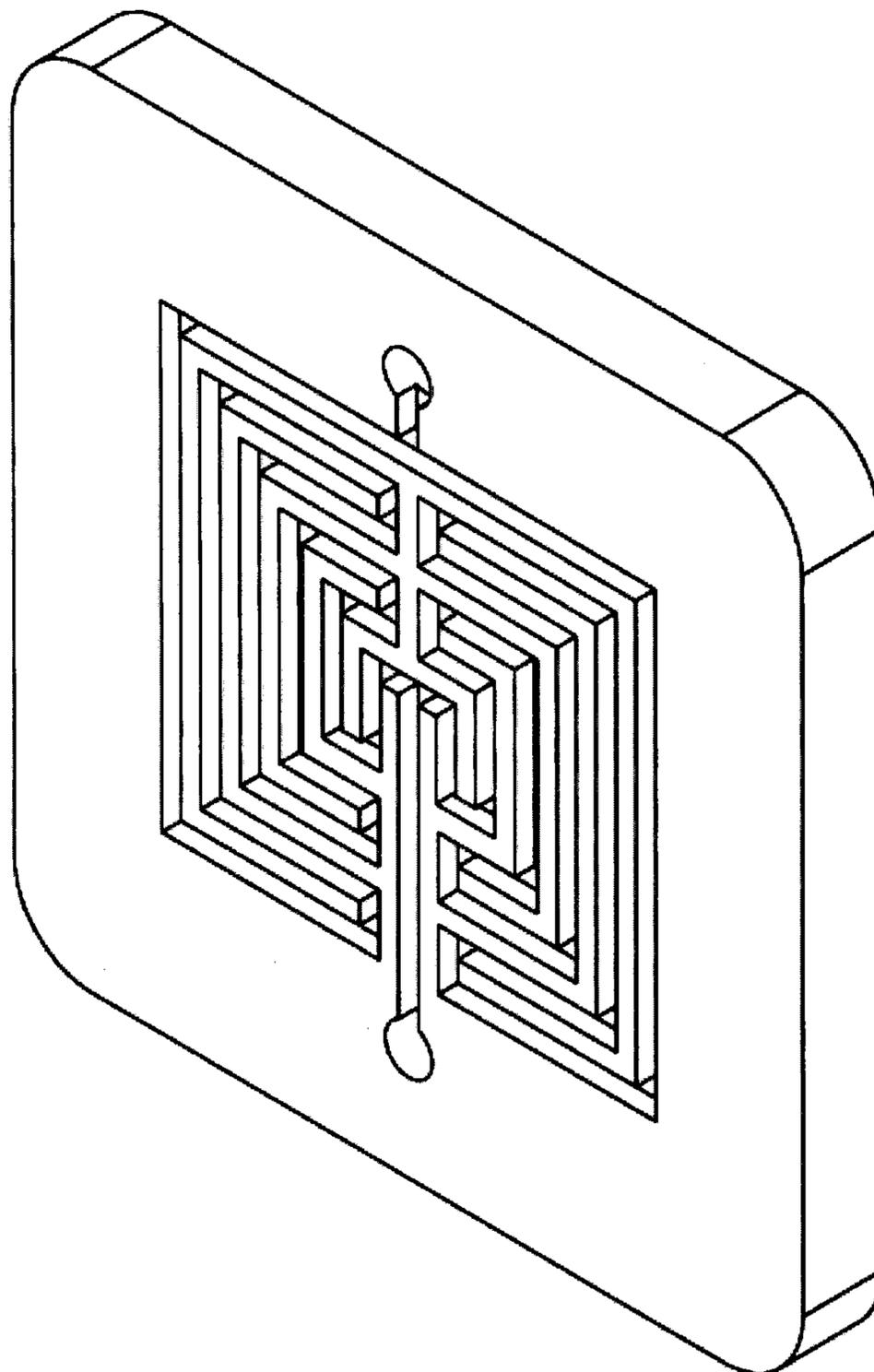


Figura 2

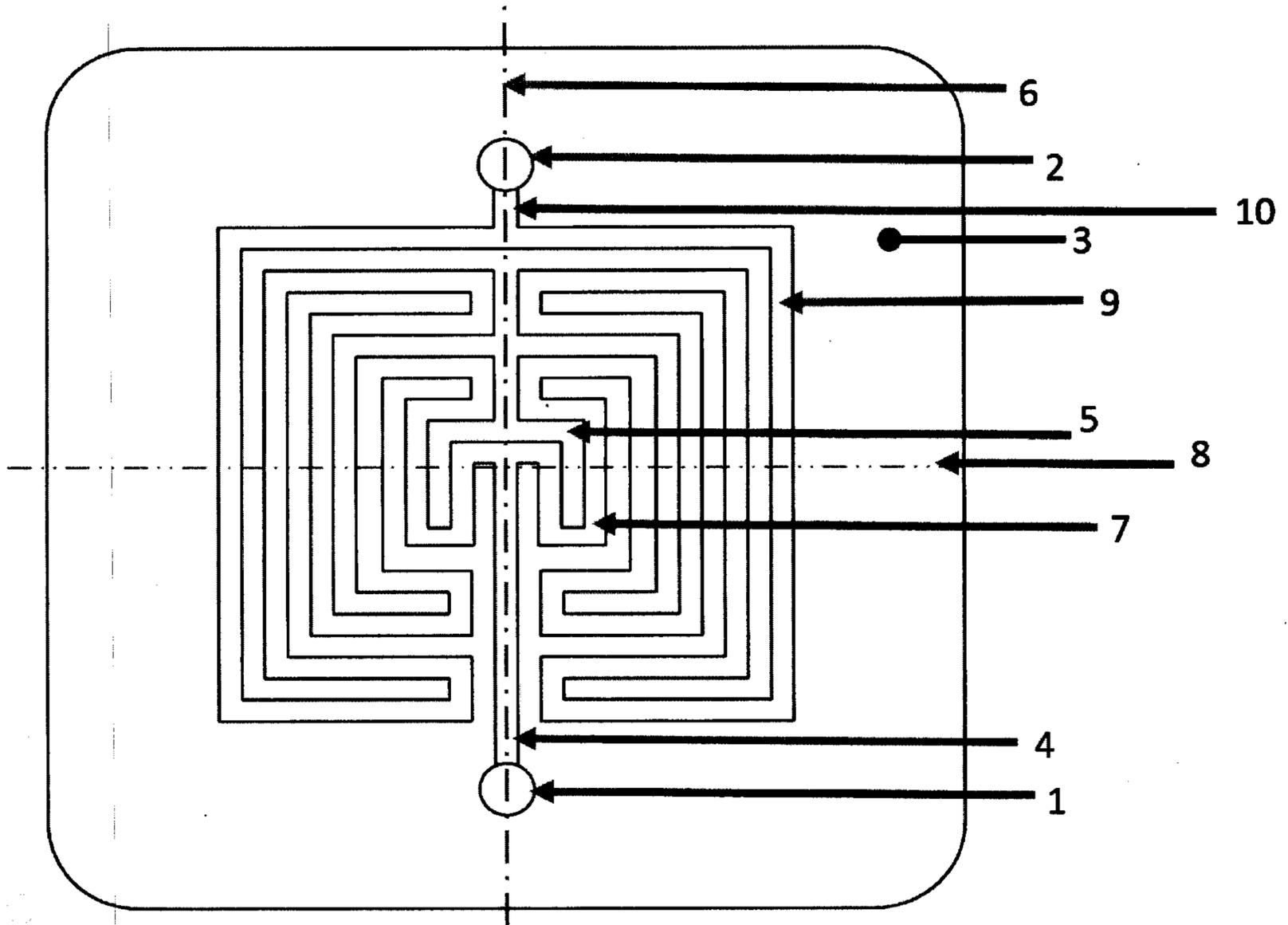


Figura 3

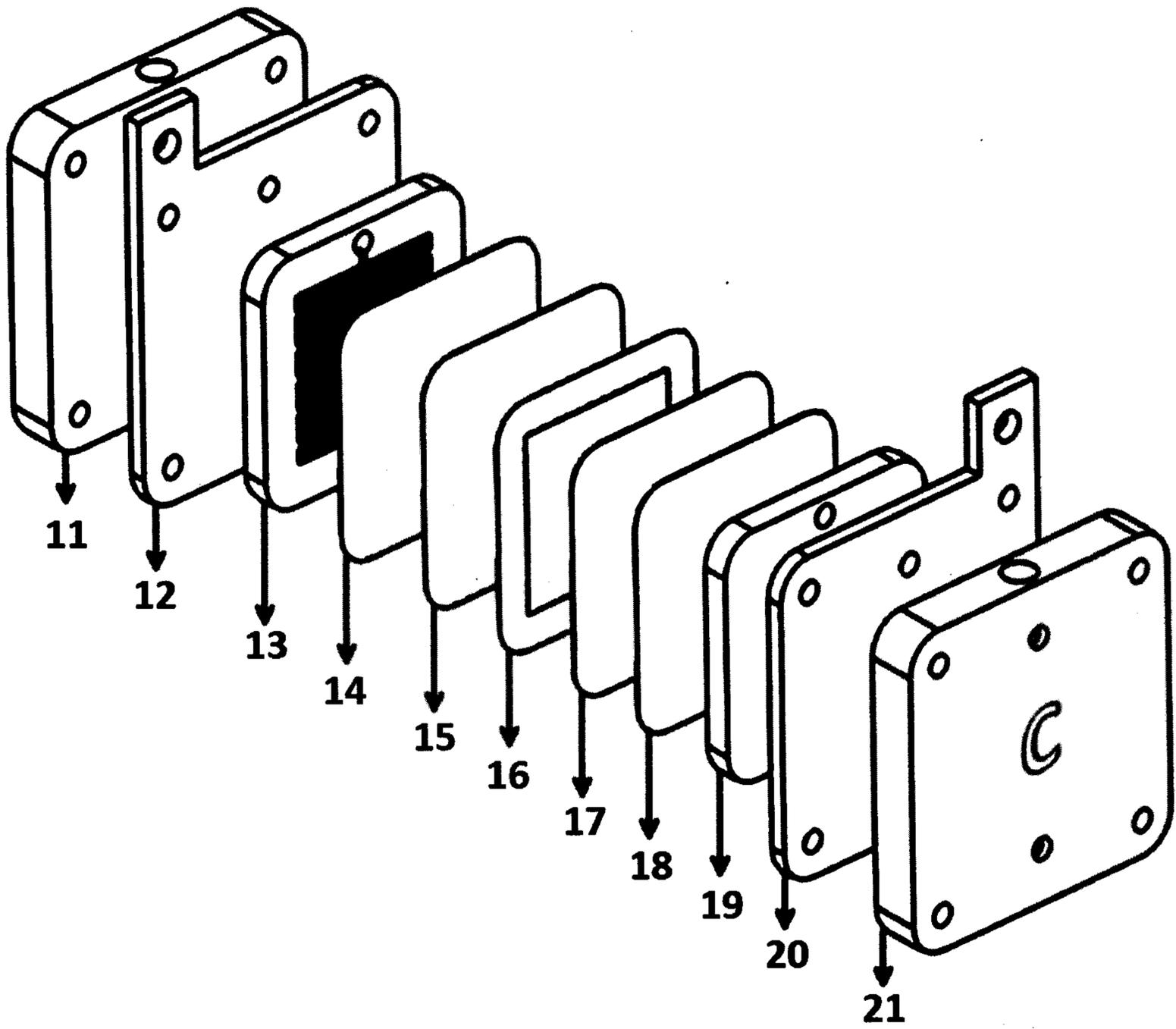


Figura 4

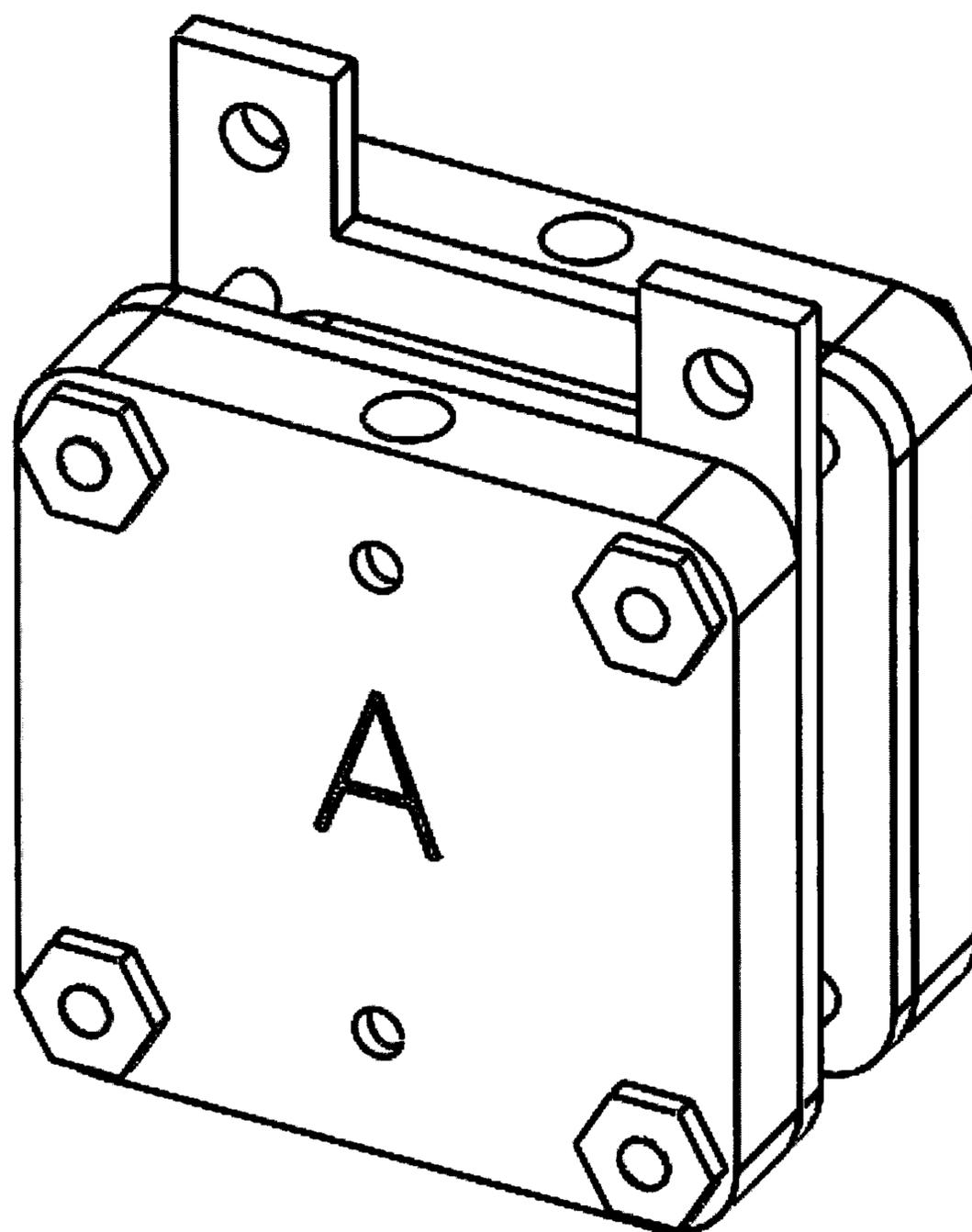


Figura 5

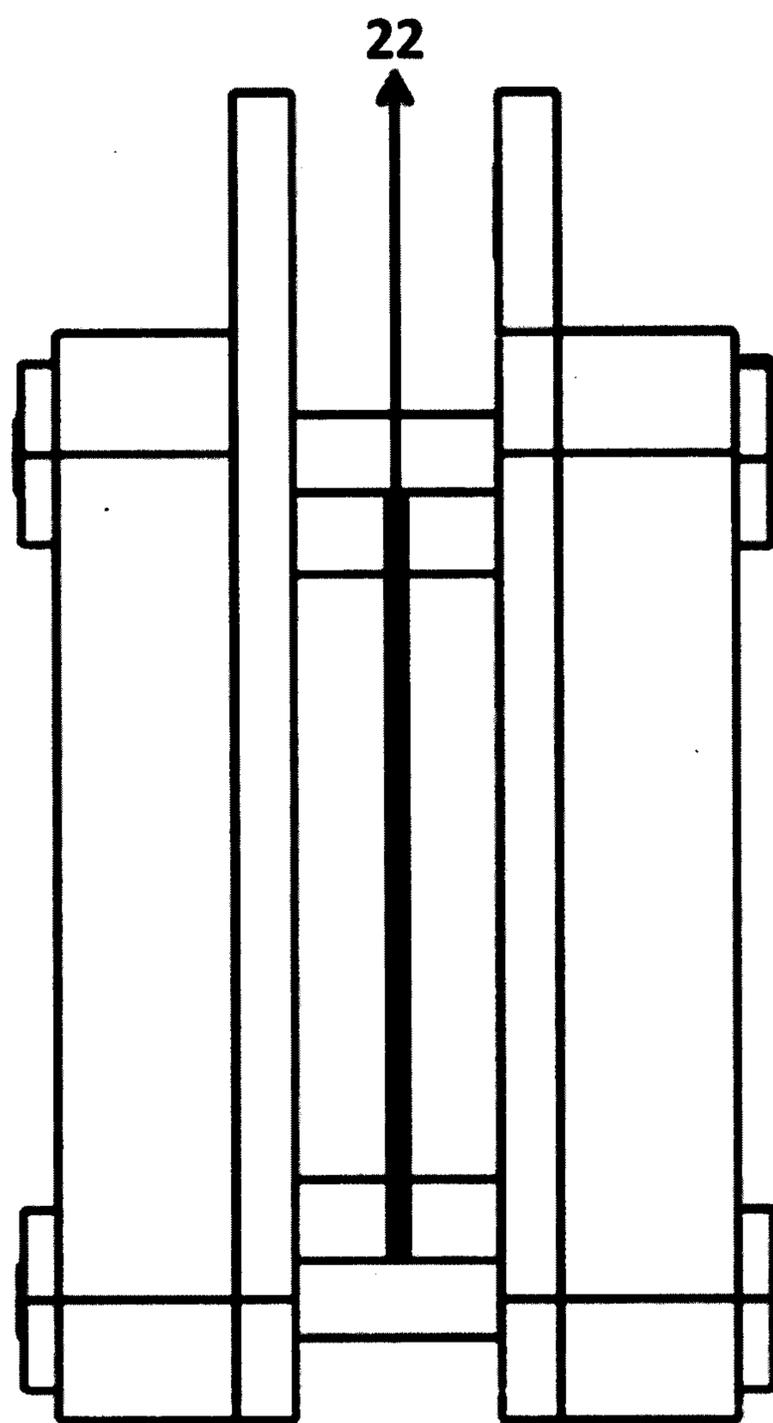


Figura 6