

TÍTULO DE PATENTE NO. 337889

Titular(es): UNIVERSIDAD DE GUANAJUATO
Domicilio: Lascuráin de Retana No. 5, 36000, Guanajuato, Guanajuato, MÉXICO
Denominación: COLECTOR DIFUSOR PARA CELDAS DE COMBUSTIBLE CON VARIOS CANALES DE FLUJO CON ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL VARIABLE EN CONFIGURACIÓN RADIAL
Clasificación: Int.CI.8: C04B35/50; H01M8/00; H01M8/02
Inventor(es): ABEL HERNÁNDEZ GUERRERO; JOSÉ CUAHTEMOC RUBIO ARANA; MARTÍN ALEJANDRO ALATORRE ORDAZ; SERGIO CANO ANDRADE

Número:
MX/a/2008/015472

Fecha de presentación:

4 de diciembre de 2008

Horas:

15:16

País:

PRIORIDAD

Fecha:

Número:

Vigencia: Veinte años

Fecha de Vencimiento: 4 de diciembre de 2028

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 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 6º fracciones III y 7º bis 2 de la Ley de la Propiedad Industrial (Diario Oficial de la Federación (D.O.F.) 27/06/1991, reformada el 02/08/1994, 25/10/1996, 26/12/1997, 17/05/1999, 26/01/2004, 16/06/2005, 25/01/2006, 06/05/2009, 06/01/2010, 18/07/2010, 28/06/2010, 27/01/2012 y 09/04/2012); artículos 1º, 3º fracción V inciso a), 4º y 12º fracciones I y III del Reglamento del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (D.O.F. 14/12/1999, reformado el 01/07/2002, 15/07/2004, 28/07/2004 y 7/09/2007); artículos 1º, 3º, 4º, 5º fracción V inciso a), 10 fracciones I y III y 30 del Estatuto Orgánico del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial (D.O.F. 27/12/1999, reformado el 10/10/2002, 29/07/2004, 04/08/2004 y 13/09/2007); 1º, 3º y 5º inciso a) del Acuerdo que delega facultades en los Directores Generales Adjuntos, Coordinador, Directores Divisionales, Titulares de las Oficinas Regionales, Subdirectores Divisionales, Coordinadores Departamentales y otros subalternos del Instituto Mexicano de la Propiedad Industrial. (D.O.F. 15/12/1999, reformado el 04/02/2000, 29/07/2004, 04/08/2004 y 13/09/2007).

Fecha de expedición: 10 de marzo de 2016

LA DIRECTORA DIVISIONAL DE PATENTES

NAHANNY CANAL REYES



Arenal No. 550, Piso 1,
Col. Pueblo Santa María Tepepan,
Xochimilco, C.P. 16020,
Ciudad de México
Tel. (55) 53 34 07 00 www.impi.gob.mx



MX/2016/23429

TITULO DE LA INVENCION

COLECTOR DIFUSOR PARA CELDAS DE COMBUSTIBLE CON VARIOS
CANALES DE FLUJO CON ÁREA DE SECCIÓN TRANSVERSAL VARIABLE EN
CONFIGURACIÓN RADIAL.

5

OBJETO DE LA INVENCION

La presente invención, según se expresa en el enunciado de esta memoria
descriptiva, se refiere a un colector difusor (placa bipolar) para distribución de flujo de
reactivos sobre las capas difusoras de una celda de combustible, o conjunto de celdas de
10 combustible (stack), caracterizada por un diseño específico de su geometría en el cual el
fluido se distribuye sobre el área activa en una distribución radial, ver la Figura 1 y la
Figura 2. La geometría consiste en una entrada / salida de flujo al centro de la placa que se
ramifica en varios canales de flujo en forma radial, obteniendo varias salidas / entradas de
flujo en los extremos de la celda. La placa bipolar puede ser circular, rectangular o
15 cuadrada, de acuerdo con las aplicaciones específicas. El área de flujo transversal del canal
no es constante, sino que es variable a lo largo del canal, iniciando con un área transversal
pequeña y terminando con un área transversal grande si el flujo entra por el centro de la
placa; o bien, el canal inicia con un área transversal grande y termina con un área
transversal pequeña, si el flujo entra por los extremos de la placa. El sentido de circulación
20 del fluido, así como el número de canales sobre la placa podrá ser cualquiera y se fijará de
acuerdo con 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 que típicamente se utilizan en la fabricación de placas bipolares.

SECTOR DE LA INVENCION

5 Sectores energético y eléctrico. Placas bipolares para celdas de combustible con aplicaciones en instalaciones domésticas, la industria de automoción, y dispositivos portátiles, entre otros.

ANTECEDENTES DE LA INVENCION

10 La energía se ha convertido en una necesidad básica de la sociedad moderna en todas las dimensiones imaginables. El carbón, petróleo y gas natural (hidrocarburos) son las fuentes principales de energía NO RENOVABLE de las cuales se depende en gran medida. La creciente escasez de combustibles fósiles junto con las recientes y estrictas limitaciones en las emisiones de gases de efecto invernadero impuestas por los compromisos internacionales vigentes, está obligando a buscar métodos de energía alternativa a la
15 combustión. El uso del hidrógeno como combustible no es una novedad en el mundo, viene utilizándose desde hace décadas en la industria satelital. Sin embargo, como es bien sabido, una posibilidad interesante dentro de este escenario energético es el uso de celdas de combustible, las cuales son dispositivos electroquímicos que convierten directamente la
20 energía química en energía eléctrica a través de una reacción electroquímica. La celda de combustible tipo PEM utiliza hidrógeno y aire para producir agua, electricidad y calor [Larmine J., Dicks A., “Fuel Cells Systems Explained”, John Wiley and Sons, 2000].

Desde que William Grove experimentó por primera vez con las celdas de combustible en 1839, numerosos investigadores han tratado de darle un mayor auge a la tecnología de hidrógeno mediante el análisis de las celdas de combustible tipo PEM. Varios investigadores se han enfocado en el comportamiento de la temperatura dentro de la celda

5 [Wei-Mon Yan, Sheng-Chin Mei, Chyi-Yeou Soong, Zhong-Sheng Liu, Datong Song, Journal of Power Sources 160 (2006) 116–122], otros se han enfocado al análisis de la humedad de las mezclas reactivas [Lee W. K., Van Zee J. W., Shimpalee S., Dutta S., International Mechanical Engineering Congress and Exposition, Nashville, TN, November 14-19, 1999; Lee W. K., Van Zee J. W., Shimpalee S., Dutta S., International Mechanical

10 Engineering Congress and Exposition, Nashville, TN, November 14-19, 1999, HTD 364-1, pp. 367-374 (1999); Kah Wai Lum, James Joseph McGuirk, Journal of power sources 143 (2005) 103 – 124.], las caídas de presión dentro de los canales [K.B. Shyam Prasad, S. Maharudrayya, S. Jayanti, Journal of Power Sources 159 (2006) 595–604; Maharudrayya S., Jayanti S., and Deshpande A. P., Journal of Power Sources, Vol. 138, pp. 1 – 13, 2004],

15 o bien, al análisis de diferentes configuraciones de campo de flujo en las placas colectoras de las celdas de combustible tipo membrana de intercambio de protones.

En las celdas de combustible tipo PEM es muy importante que los gases reactantes se distribuyan en la celda de manera efectiva y se transporten de manera homogénea a los catalizadores para la reacción. Las placas bipolares son uno de los principales componentes

20 de las celdas de combustible, debido a que son éstas las que suministran los gases reactantes al área activa de la celda, colectan la corriente, proporcionan sustento mecánico al ensamble membrana – electrodo, controlan el manejo de agua dentro de la celda, manejan la temperatura de operación de ésta, y mantienen separados los gases reactantes

dentro de la celda. En la práctica, el diseño de una celda de combustible recae sobre el diseño de las placas colectoras, básicamente en el diseño de los canales de flujo formados en la superficie de estas placas. Se debe tener especial cuidado en la selección del área de flujo de la celda de combustible, debido a que áreas de flujo grandes pueden causar una alta resistencia de contacto entre los electrodos y la placa bipolar, aumentando las pérdidas óhmicas de polarización de la celda de combustible. Por este motivo, se debe tener un diseño óptimo de la configuración del campo de flujo sobre las placas colectoras.

Uno de los mayores obstáculos para la comercialización a gran escala de las celdas de combustible tipo PEM es la configuración de los campos de flujo de los gases en las placas bipolares, donde se incluyen problemas como: costos de maquinado y ensamble, peso de los componentes, tipo de material, diseño óptimo de las configuraciones, y los métodos de fabricación utilizados.

Debido a la gran importancia de estas configuraciones geométricas, una amplia variedad de diseños se ha estudiado exhaustivamente para conocer el impacto operacional en las celdas de combustible. Entre las configuraciones típicas analizadas hasta la fecha están las siguientes: (1) campo de flujo en forma de aletas [Xiang Li, Imran Sabir. International Journal of Hydrogen Energy. Vol. 30, pp 359 – 371 2005], (2) campo de flujo en canales rectos [Dutta S., Shimpalee S. and Van Zee J. W., Journal of applied electrochemistry 30: 135-146, 2000], (3) campo de flujo en serpentín [Lee W. K., Van Zee J. W., Shimpalee S., Dutta S., International Mechanical Engineering Congress and Exposition, Nashville, TN, November 14-19, 1999; Lee W. K., Van Zee J. W., Shimpalee S., Dutta S., International Mechanical Engineering Congress and Exposition, Nashville, TN, November 14-19, 1999, HTD 364-1, pp. 367-374 (1999); Lee W. K., Shimpalee S., and

Van Zee W., Journal of the Electrochemical Society, 150 (3) A341-A348 (2003)], (4) campo de flujo interdigitado [Guilin Hu, Jianren Fan, Song Chen, Yongjiang Liu, Kefa Cen, Journal of Power Sources 136 (2004) 1-9; Wei-Mon Yan, Chi-Yen Chen, Sheng-Chin Mei, Chyi-Yeou Soong, Falin Chen, Journal of Power Sources 162 (2006) 1157–1164], (5) campo de flujo en espiral [Escobar Vargas J.A, Hernandez Guerrero A., Alatorre Ordaz A., Damian Ascencio C.E. Elizalde Blancas F., Congress ECOS 2007], y (6) campo de flujo constructal y biomimético [J.V.C. Vargas, J.C. Ordonez, A. Bejan, International Journal of Heat and Mass Transfer 47 (2004) 4177–4193; C. E. Damián Ascencio , A. Hernández Guerrero, J.A. Escobar Vargas, S. Cano Andrade, F. Elizalde Blancas, Proceedings of the 10 9th Biennial ASME Conference on Engineering Systems Design and Analysis, ESDA2008-59401, July 7-9, 2008, Haifa, Israel]. Un estudio comparativo de diversas tipologías con sus ventajas e inconvenientes puede encontrarse en varios artículos de revisión [Xiang Li, Imran Sabir. International Journal of Hydrogen Energy. Vol. 30, pp 359 – 371 2005]. Al igual que las investigaciones profesionales publicadas en revistas, existen las invenciones 15 que reclaman varias de las configuraciones antes mencionadas. Algunas patentes reclaman las configuraciones en espiral doble [WO 0237592; US 7,029,776; WO 03088378; WO 03088378] donde uno de los canales se utiliza para suministrar los gases reactantes y el otro para desalojar los productos de la reacción electroquímica, sin embargo, este tipo de geometrías presentan problemas de inundación debido a que el desalojo del gas es bastante 20 lento. Otras protegen la configuración espiral con vueltas a 90° [US 7029776; US 7029776; US 6,780,536], donde su principal problema es que las vueltas drásticas provocan que se generen zonas de estancamiento de gases y altas caídas de presión entre la entrada y salida de los gases reactantes. Otras patentes [US 6,942,767; US 6,780,536] protegen celdas que

no utilizan capas de difusión ni tampoco catalizadores, lo que ocasiona que la reacción sea de menor intensidad, debido a que se reduce el área de reacción, y el no utilizar los catalizadores origina que la velocidad de reacción sea más lenta. Otras patentes [JP 2004185933 (solicitud); US 6 294 280] protegen prototipos para enfriar los *stacks* (conjunto de celdas de combustible conectadas en serie). La patente [WO/2008/040835] reclama el diseño de una placa bipolar con un diseño en el cual el fluido se distribuye sobre el área activa en una distribución en cascada. Esta configuración tiene la desventaja que genera altas caídas de presión entre la entrada y salida de los gases reactantes, e incluso, genera zonas de estancamiento de los reactivos; además, al igual que la configuración en aletas, el flujo tiende a seguir el camino de menor resistencia, dejando zonas de la celda sin reacción electroquímica. También, la patente [WO 97/27639] protege un stack con celdas de combustible radial longitudinal a flujo paralelo, compuesto de elementos tubulares porosos para controlar el flujo másico y la uniformidad del combustible y oxidante dentro de las celdas. La patente [WO 96/00987] protege un dispositivo colector de corriente para un stack de celdas de combustible, el cual comprime a un cierto número de celdas, adaptándose a la expansión o compresión del stack debido a la temperatura mediante un sistema hidráulico o neumático. La patente [WO 03/088378] protege una placa bipolar para celda de combustible o reactor electroquímico con canales maquinados sobre ella en configuración espiral y espiral cuadrado, con dos salidas y dos entradas de gases reactantes, rotadas en la periferia de la placa. La patente [WO 03/034530] reclama placas bipolares rectangulares con canales en serpentin y placas bipolares radiales – circulares con canales rectos y constructales, así como en serpentin, espiral e interdigitados. En esta patente, la geometría reduce la separación entre a entrada y la salida de los canales para mejorar la

razón de flujo másico en las regiones donde no hay concentración de gases reactantes. Además, la altura del canal se reduce en la dirección del flujo, con el fin de reducir la dirección de difusión cuando la concentración de reactivos se reduce. La patente [WO 02/059994] reclama un stack de celdas de combustible de óxido sólido con un campo de flujo integral, con especial interés en las juntas de los elementos del stack de celdas. La patente [WO 02/37592] reclama colectores de corriente para celdas de combustible con canales para transferencia de masa mejorados, con geometrías en espirales discontinuos e interdigitados. En esta geometría utiliza canales divergentes en la altura del canal. Además, la patente [WO 01/31728] reclama un stack de celdas de combustible con flujo radial. En el stack hay dos cavidades en el centro por donde se alimenta a la celda.

Sin embargo, y a diferencia de esta invención, ninguna de ellas analiza en detalle y mucho menos garantiza que la producción de electricidad sea lo bastante alta; además, el flujo de reactantes se distribuye de con más facilidad hacia los electrodos de la celda.

15 **DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION**

La presente invención responde a la necesidad de producir una mayor densidad de corriente (electricidad) en las celdas de combustible, a través de la modificación de los canales de flujo de gases reactantes en configuración radial, los cuales tienen área de sección transversal variable; objetivo que, a juicio de los inventores, no se consigue con los elementos actualmente disponibles en el mercado.

La invención se basa en que los inventores han observado que el diseño de la placa de la invención con canales de flujo en configuración radial permite una difusión más completa y homogénea de los gases reactantes hacia los catalizadores, además que se

observan zonas de producción de densidad de corriente muy grandes, ver Figura 10. Los inventores basan la invención en un colector – difusor con diversos canales de flujo en configuración radial, ver Figura 1 y Figura 2, además de tener área de sección transversal variable (10), donde el área activa de reacción se hace más grande conforme los canales se aproximan al extremo de la celda, dando tiempo y espacio para que las reacciones electroquímicas dentro de la celda se lleven a cabo más eficientemente, produciendo con esto una mayor densidad de corriente. Dentro del colector – difusor, los gases reactantes (hidrógeno, oxígeno o aire) entran por un único orificio de entrada al colector – difusor (9) y salen por varios orificios de salida (8) colocados en el extremos del colector – difusor; o bien, los gases reactantes (hidrógeno, oxígeno o aire) entran por varios orificios colocados en el extremo del colector – difusor (8), y salen por un único orificio de salida colocado en el centro del colector – difusor (9). El área de flujo transversal del canal inicia con un área transversal pequeña y termina con un área transversal grande si el flujo entra por el centro de la placa; o bien, el canal inicia con un área transversal grande y termina con un área transversal pequeña, si el flujo entra por los extremos de la placa. El sentido de circulación del fluido, así como el número de canales sobre la placa podrá ser cualquiera y se fijará de acuerdo con las aplicaciones específicas.

El dispositivo objeto de la presente invención consiste en una placa bipolar para ser utilizada en celdas de combustible. Los siguientes conceptos se entienden dentro de este marco de referencia. Así por "geometría en configuración radial" se entiende la geometría descrita en el párrafo anterior.

Por "fluidos reactantes" se entienden el oxidante (oxígeno o aire), y el combustible que puede ser gaseoso (por ejemplo, hidrógeno) o líquido (por ejemplo, metanol en disolución acuosa).

Por lo tanto, un objeto de la presente invención lo constituye una placa bipolar con
5 canales de flujo en configuración radial (Figuras 1 y 2) que permite la distribución de flujo de fluidos reactantes sobre las capas difusoras o electrodos (ánodo y cátodo) de una celda de combustible, en adelante placa bipolar de la invención, y que comprende: un área de flujo de la placa, la cual coincide con el área activa del ensamble membrana – electrodo, que incluye una serie de canales (8), colocados en configuración radial, teniendo su origen
10 en el centro del colector – difusor, y terminando en los extremos del colector – difusor; el área transversal de estos canales no es constante, sino que es variable conforme se avanza en la longitud de estos canales. El sentido de circulación de los fluidos reactantes se fijará de acuerdo con las aplicaciones específicas, al igual que el número de canales maquinados sobre la placa del colector – difusor.

15 Como se sabe, de forma general en la mayoría de las aplicaciones prácticas varias monoceldas se suelen agrupar entre sí formando un stack para aumentar la potencia entregada por el dispositivo y para lo que la disposición de la placa bipolar de la invención debe adaptarse de manera que la placa bipolar tenga maquinadas geometrías con canales de flujo en configuración radial en ambas caras, una para el cátodo de una de las monoceldas y
20 otra para el ánodo de la siguiente. Así, un objeto particular de la presente invención lo constituye una placa bipolar que presenta el diseño de canales en configuración radial con área de sección transversal variable en ambas caras de la placa bipolar.

La configuración que rige a la invención tiene la ventaja que maximiza el área activa de la celda conforme los gases van disminuyendo su fracción masa, dando el tiempo de reacción suficiente a las especies para aprovechar al máximo el paso de estos gases por los canales de la celda, maximizando la producción de corriente. Además, el prototipo representado reduce considerablemente los gastos y tiempo de maquinado al tener una geometría más sencilla que las del acervo convencional. Otro factor importante de estos colectores – difusores radiales es que no permiten la inundación de los canales de la celda al tener canales de longitud corta y no tener esquinas o zonas dónde se produzca estancamiento.

La celda de combustible tipo PEM en su totalidad sigue el procedimiento de ensamble siguiente: el ensamble de la membrana – catalizadores ocupa el lugar central (7), ver Figura 6 y Figura 12. A cada lado de este ensamble se colocan dos empaques usados para evitar la fuga de gases (5 y 6), ver Figura 5. Estos empaques sólo existen físicamente alrededor del ensamble membrana – catalizador, (tienen un hueco en su parte central (11)) permitiendo el flujo de especies desde el ánodo hasta el cátodo. El colector – difusor de los gases en el ánodo y en el cátodo va montado a una base de acrílico (3 y 4), ver Figura 3. Tanto las bases de acrílico, los sellos y la MEA poseen unos orificios en donde se insertan tornillos, los cuales son apretados para unir el ensamble de la celda de combustible. Las bases y tienen taladrados orificios en puntos estratégicos, los cuales tienen la función de permitir las conexiones de las entradas para el suministro externo de los gases reactantes, así como para permitir la conexión física del circuito externo que permitirá coleccionar la electricidad. El ensamble en su totalidad puede verse claramente en la Figura 8.

BREVE DESCRIPCIÓN DE LAS FIGURAS

Las figuras mostradas, las cuales se incorporan y forman parte de esta descripción, ilustran la invención, y junto con la descripción, sirven para explicar los principios de la invención.

5

Figura 1. Colector – difusor con canales de flujo en configuración radial, tanto para el ánodo, como para el cátodo (1, 2, respectivamente). La profundidad de los canales es de 1 mm; y en este caso específico la placa tiene 8 canales de flujo.

10 Figura 2. Esquema de una vista frontal de un colector – difusor con geometría en configuración radial, tanto para el ánodo como para el cátodo (1, 2, respectivamente). (8) entradas / salidas en los extremos de la celda del combustible y oxidante: hidrógeno, oxígeno o aire, respectivamente. (9) entrada / salida al centro de la placa del combustible y oxidante: hidrógeno, oxígeno o aire, respectivamente. (10) Canales de flujo con área
15 transversal variable a lo largo de los canales.

Figura 3. Vista de las cajas de acrílico necesarias para alojar el colector – difusor de la celda de combustible para el ánodo y cátodo (3, 4, respectivamente), además de proporcionar el soporte mecánico a la celda de combustible. (12) Ocho orificios para los
20 tornillos. (11) Pocket para alojar el colector – difusor.

Figura 4. Vista frontal del ensamble colector – difusor (1, 2) – caja de acrílico (3, 4).

Figura 5. Vista frontal de los empaques de neopreno (5, 6) utilizados para sellar las posibles fugas de gases reactantes en las uniones entre el ensamble membrana – electrodo (7) y el ensamble colector – difusor (1, 2) – caja de acrílico (3, 4). (13) Agujero hecho en el neopreno para permitir el contacto directo entre el colector – difusor (1, 2) y el ensamble membrana – electrodo (7). (12) Ocho agujeros para los tornillos.

Figura 6. Vista del ensamble membrana – electrodo (MEA, Membrane Electrode Assembly, por sus siglas en inglés), el cual consiste de la unión de las capas de difusión para el ánodo y el cátodo, y la membrana de intercambio de protones, la cual regularmente es hecha de nafion.

Figura 7. Vista frontal del ensamble membrana – electrodo. (14) Membrana de intercambio de protones hecha de nafion. (15) Capas de difusión para el ánodo y cátodo.

Figura 8. Vista del ensamble de la celda de combustible, el cual está conformado por los colectores – difusores (1, 2), que es donde se maquinan los canales de flujo en configuración radial; además de las cajas de acrílico donde se alojan los colectores – difusores (3, 4); empaques de neopreno para sellar las fugas de gases reactantes (5, 6); y el ensamble membrana – electrodo, comúnmente llamado MEA (7).

Figura 9. Modelos computacionales hechos para simular el comportamiento de la configuración radial en los canales de flujo para los colectores – difusores en celdas de

combustible. Simulación hecha sólo en modelos (a) con cuatro canales, (b) con ocho canales, y (c) con doce canales.

Figura 10. Resultados obtenidos de las simulaciones para celdas de combustible con hidrógeno utilizando la invención propuesta de los modelos de colector – difusor con canales de flujo en configuración radial.

Figura 11. Vista de los maquinados de los colectores – difusores para celdas de combustible. Para este caso en especial, sólo se maquinaron cuatro canales de flujo sobre placas de grafito.

Figura 12. Vista de un ensamble membrana – electrodo comercial (Producto No. 7201004 comercializado por Fuel Cell Store)

EJEMPLOS

El ejemplo que a continuación se describe no debe entenderse como una limitación del alcance de la invención. Por el contrario, la presente invención trata de cubrir todas las alternativas, variantes, modificaciones y equivalencias que puedan incluirse dentro del espíritu y alcance del objeto de invención. Las características del flujo cuando un fluido circula en esta placa se han estudiado experimentalmente y mediante simulaciones numéricas. La geometría específica de este diseño debe asegurar al usuario obtener una producción de electricidad más alta que las obtenidas con las configuraciones convencionales, tales como serpentín, espiral, canales rectos e interdigitados y aletas.

Las simulaciones numéricas se realizaron con tres modelos diferentes: cuatro canales de flujo, ocho canales de flujo, y doce canales de flujo; los cuales se muestran en la Figura 9. La simulación numérica asume estado estable, fase gaseosa, flujo multiespecies (hidrógeno, oxígeno, nitrógeno y vapor de agua), modelo isotérmico, y un modelo tridimensional. El modelo tiene un área activa de celda de 10.54 cm^2 . El modelado se realizó en un paquete de simulación comercial basado en volumen finito, el cual tuvo que modificarse para incluir términos fuente que simularan la porosidad de las capas de difusión, así como las reacciones electroquímicas que se llevan a cabo en los catalizadores de la celda. En la Figura 10 se muestran los resultados numéricos de las celdas, donde se puede observar claramente que el área bajo la curva, la cual nos indica la producción de electricidad, es mucho mayor que la observada en canales convencionales.

En la experimentación, el maquinado de los canales se hizo sobre placas de grafito de alta densidad, en una fresadora de control numérico, tal como se muestra en la Figura 11. Se utilizó una membrana de Nafion, comprada a la empresa Fuel Cell Store Figura 12. Se maquinaron cajas de acrílico (reclamados en la solicitud de patente MX/E/2007/058793) como soportes a la celda de combustible, donde además, se insertan las conexiones necesarias para la operación de la celda de combustible. Los experimentos muestran un comportamiento acorde a los resultados numéricos.

Las celdas de combustible de membrana de intercambio de protones tienen el suficiente potencial para llegar a ser un fuerte competidor para la generación de energía eléctrica en diversas aplicaciones de ingeniería. En el intervalo de bajas potencias, desde pocos milivatios hasta algunos cientos de vatios, las pilas de combustible son unos potenciales substitutos de las baterías recargables. El mercado de las aplicaciones portátiles

ha sido uno de los que ha crecido más rápido en la última década. Computadoras portátiles [<http://pr.fujitsu.com/en/news/2004/01/26-1.html>], teléfonos móviles, cámaras portátiles [http://www.fuelcell.no/applications_portable_es.htm] y otros pequeños dispositivos eléctricos son vendidos por millones cada año.

5 La industria del transporte es la más beneficiada con este tipo de tecnología. Los grandes fabricantes automotrices tienen un vehículo de celdas de combustible ya sea en desarrollo o en pruebas— Honda, Toyota, DaimlerChrysler, GM, Ford, Hyundai, Volkswagen — [http://worldwide.fuelcells.org/sp_base.cgim?template=sp_fctindex].

10 Las celdas de combustible son ideales para generación de potencia, ya sean conectadas a la red eléctrica para proveer potencia suplementaria y aseguramiento de respaldo para áreas críticas, ó instaladas como generadores independientes de la red para servicio *on-site* en áreas que son inaccesibles para líneas eléctricas. Las celdas de combustible operan de manera silenciosa, reducen la contaminación del ruido, así como la contaminación del aire. El calor subproducto de una celda de combustible puede ser usado
15 para proveer agua caliente ó calefacción para una casa.

 Las celdas de combustible del tipo PEM utilizadas para las aplicaciones mencionadas anteriormente utilizan colectores–difusores que tienen canales de distribución de flujo maquinados sobre ellos con las trayectorias convencionales. Las trayectorias convencionales manejadas hasta la fecha son: canales rectos, forma de serpentín, aletas,
20 canales paralelos y perpendiculares, integrados, interdigitados y biomiméticos.

REIVINDICACIONES

Una vez que se ha descrito plenamente la invención, se reivindica lo siguiente:

1. Una placa de material conductor o semiconductor con área cuadrada, rectangular o circular, para su uso como colector-difusor y colector de corriente en celdas de combustible, que comprende una serie de canales de flujo maquinados en su superficie para distribuir los fluidos reactantes a la celda de combustible colocados en configuración radial, teniendo su origen en el centro del colector-difusor donde se haya dispuesto un orificio de entrada y terminando en los extremos del colector-difusor donde también se hayan dispuestos orificios de salida correspondientes a cada extremo; dicha placa estando caracterizada por que los canales de flujo inician con un área transversal pequeña y terminan con un área transversal grande manteniendo constante la altura de los mismos, con lo cual se proporciona una área de flujo transversal de canal variable.
2. La placa de material conductor o semiconductor de acuerdo con lo reclamado en la reivindicación 1, caracterizado por que en caso de agruparse varias placas formando un stack, se convierte en una placa bipolar teniendo canales de flujo en ambas caras.
3. La placa de material conductor o semiconductor de acuerdo con lo reclamado en las reivindicaciones 1 y 2, caracterizado por que en caso de usarse en el extremo terminal del stack, usadas en una celda simple, tenderán canales de flujo en una sola de las caras.

RESUMEN

Colector difusor (placa bipolar) para distribución de flujo de reactivos sobre las capas difusoras de una celda de combustible, o conjunto de celdas de combustible (stack), caracterizada por un diseño específico de su geometría en el cual el fluido se distribuye sobre el área activa en una distribución radial. La entrada / salida de flujo está al centro de la placa, de donde se ramifica en varios canales de flujo en forma radial, obteniendo varias salidas / entradas de flujo en los extremos de la celda. La placa bipolar puede ser circular, rectangular o cuadrada, de acuerdo con las aplicaciones específicas. El área de flujo transversal del canal no es constante, sino que es variable a lo largo del canal, iniciando con un área transversal pequeña y terminando con un área transversal grande, o bien el canal inicia con un área transversal grande y termina con un área transversal pequeña, donde el sentido de circulación del fluido, así como el número de canales sobre la placa podrá ser cualquiera y se fijará de acuerdo con las aplicaciones específicas.

1/7

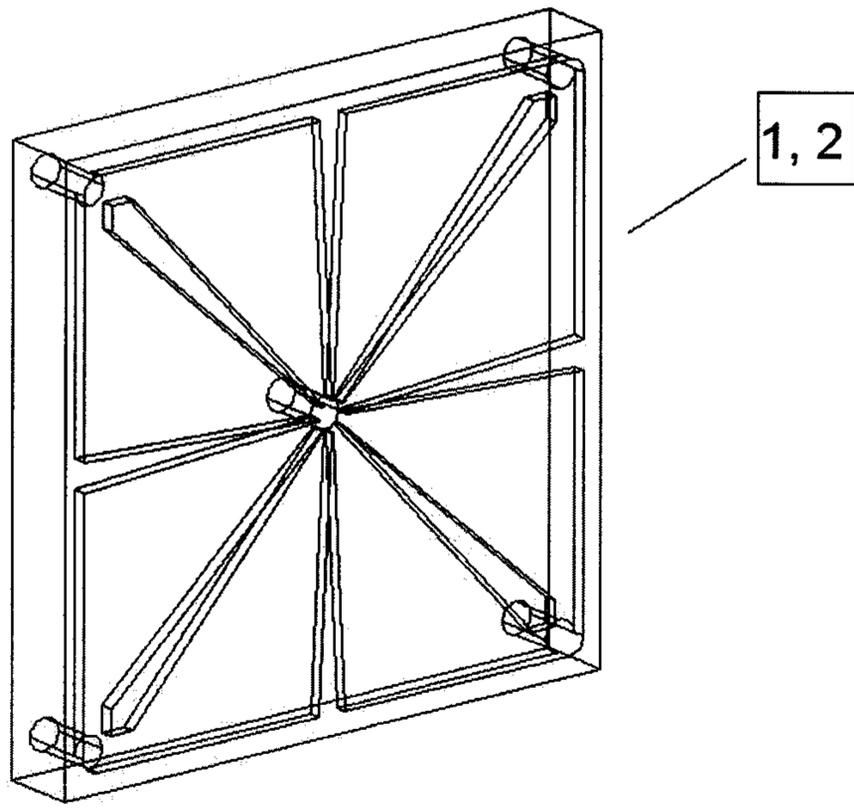


Figura 1

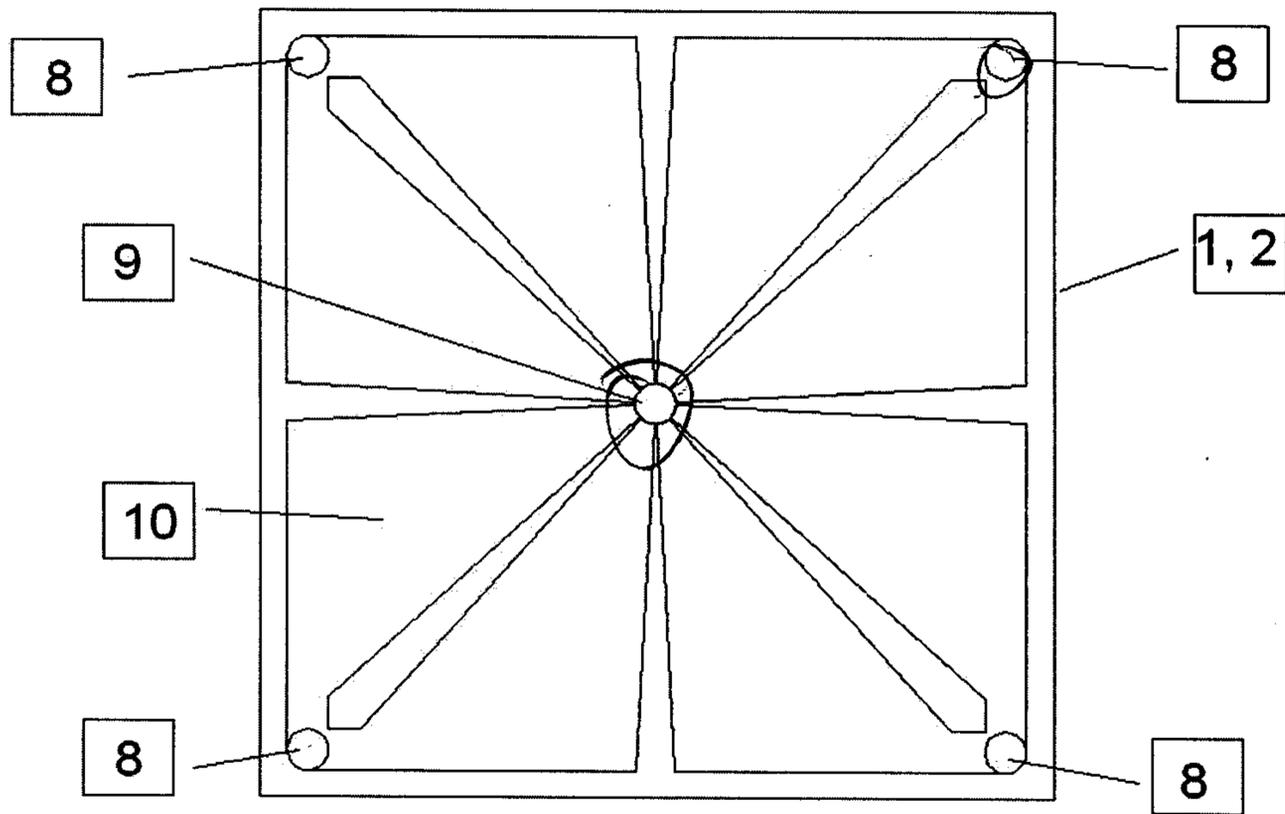


Figura 2

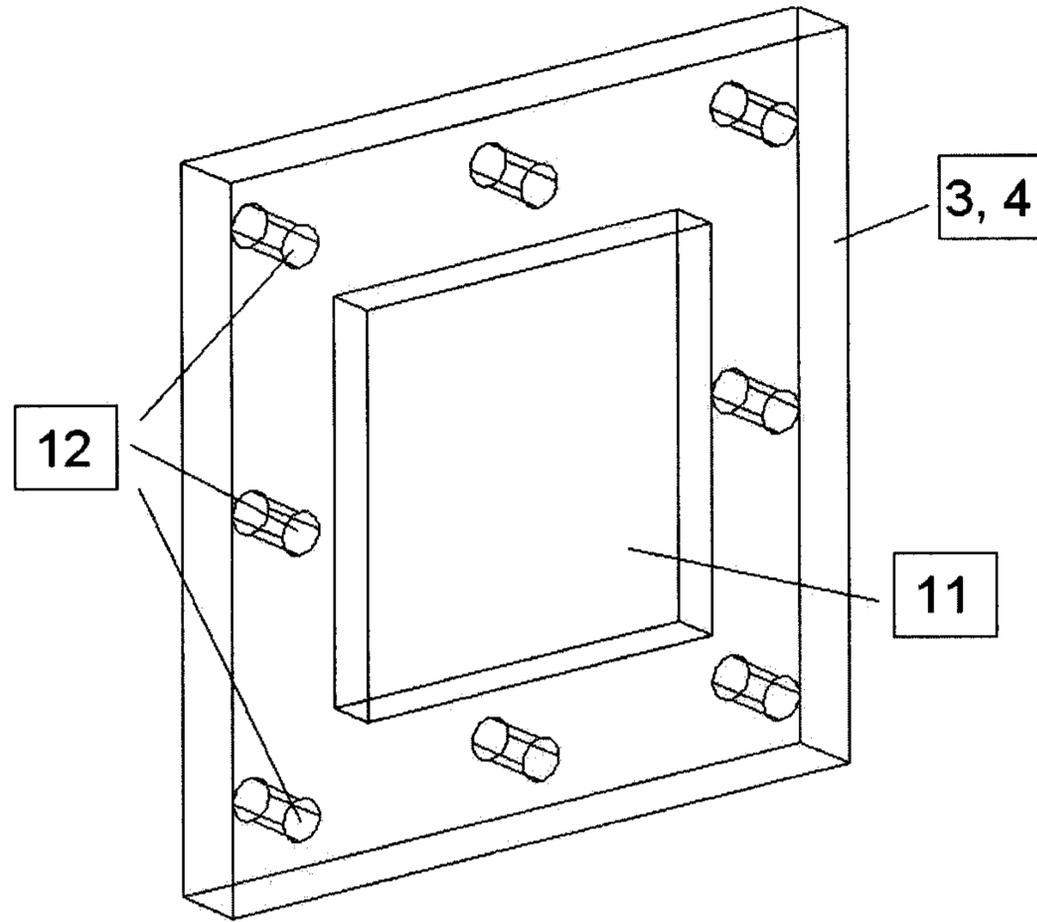


Figura 3

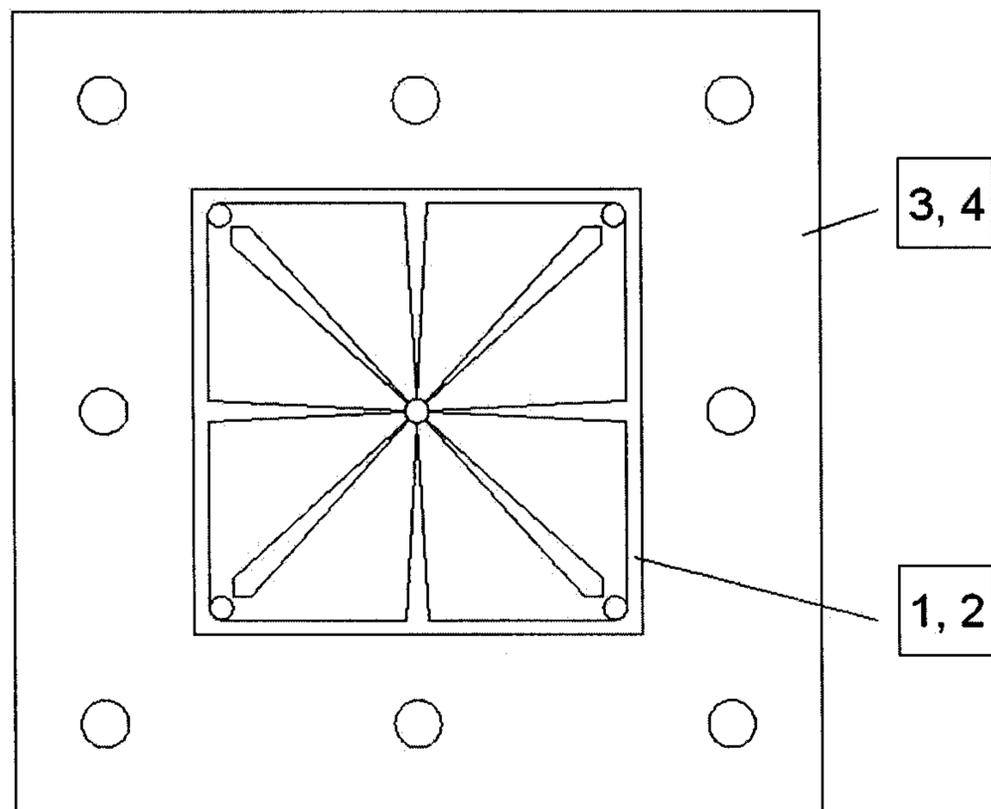


Figura 4

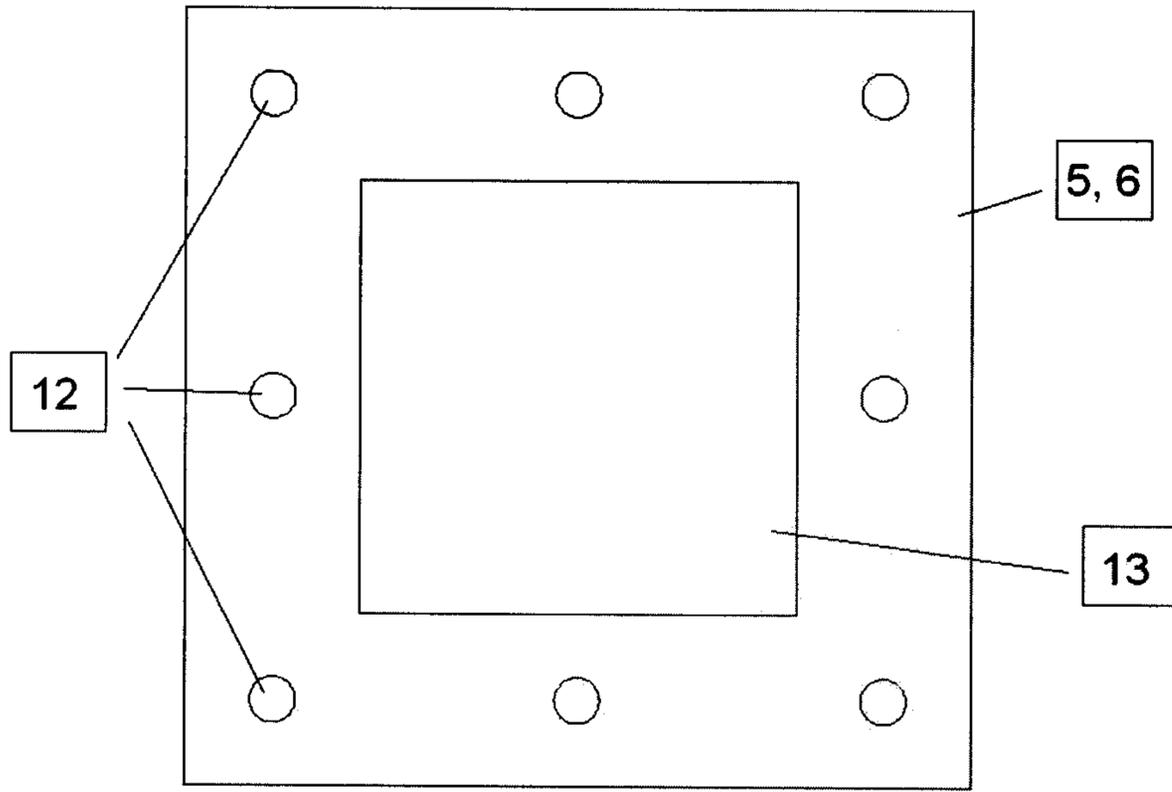


Figura 5

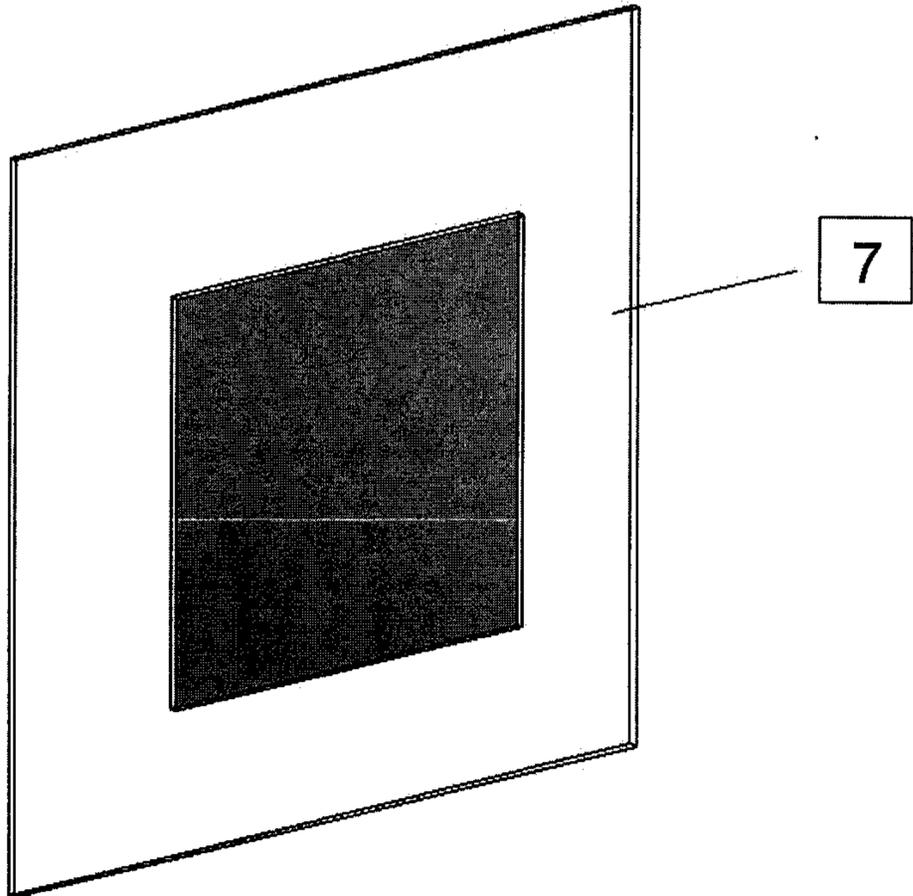


Figura 6

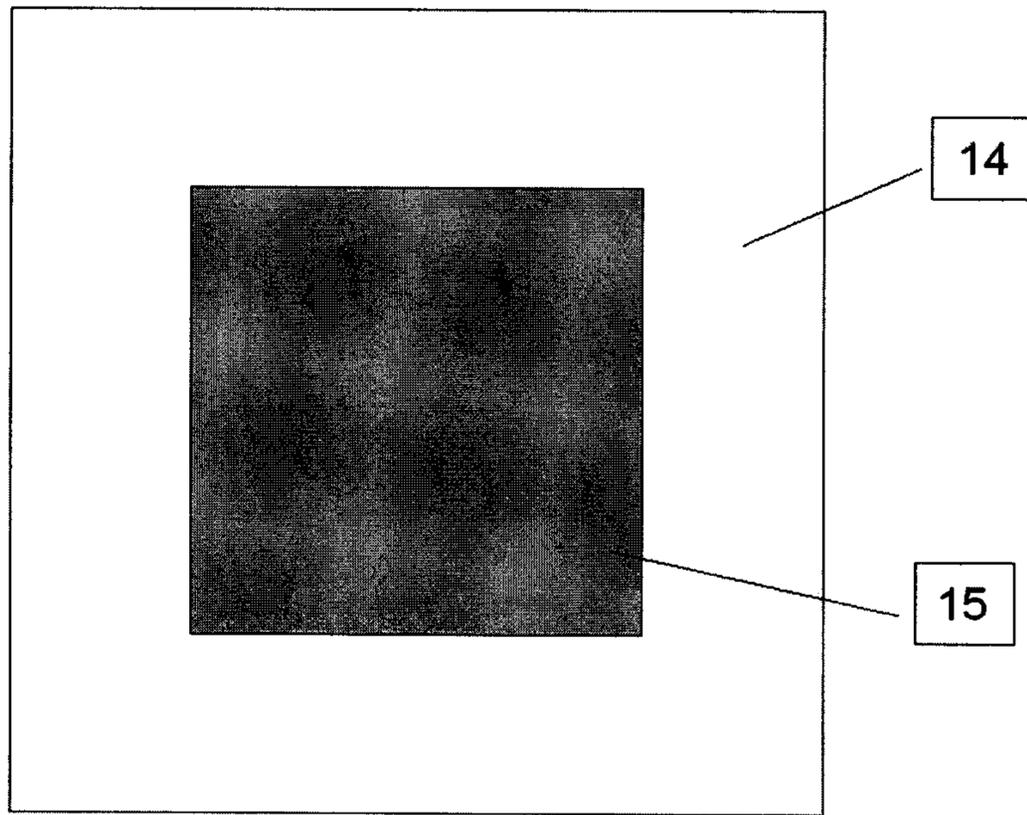


Figura 7

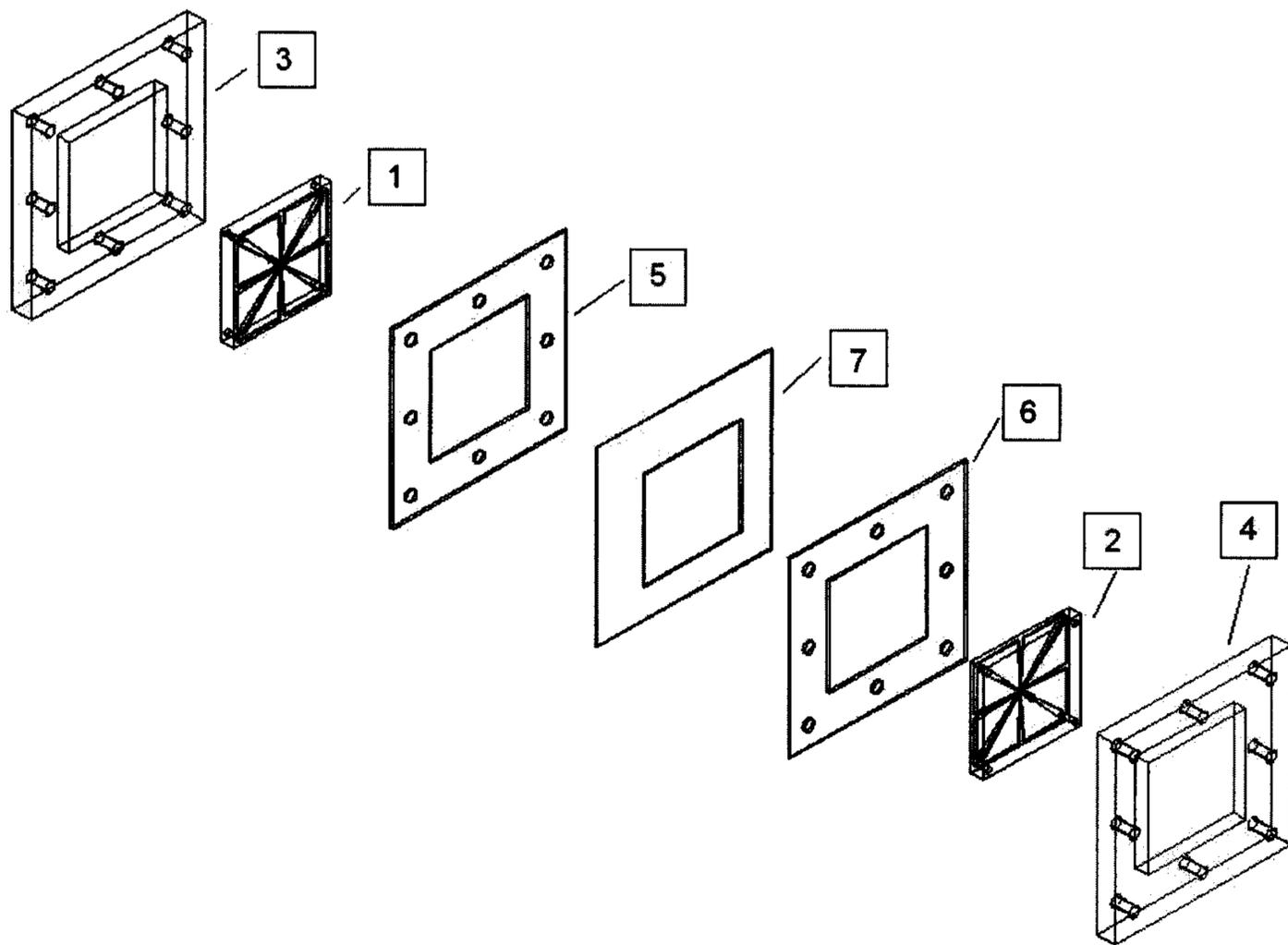
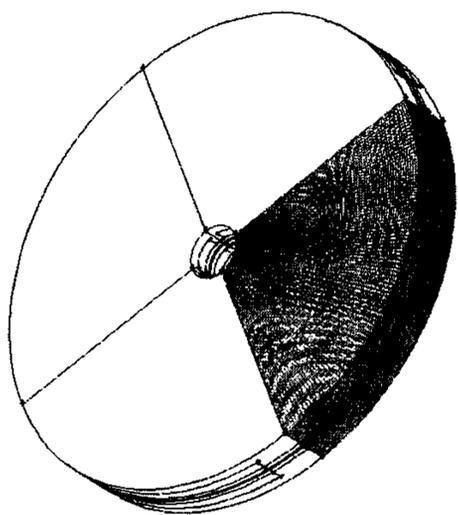
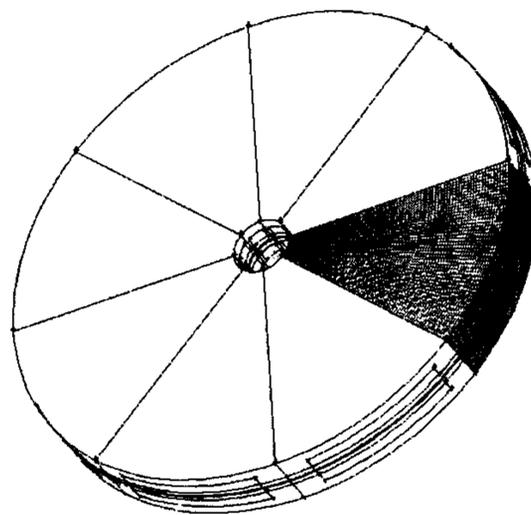


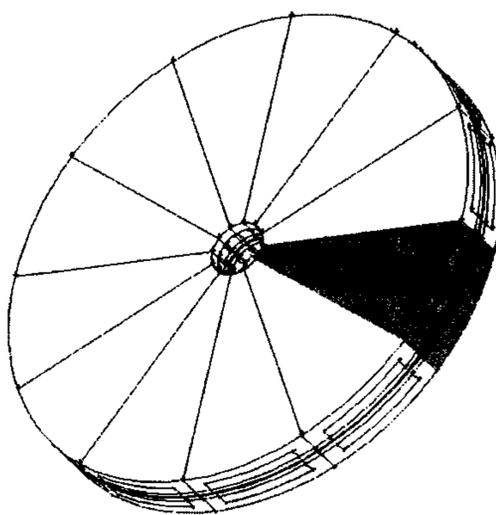
Figura 8



(a)



(b)



(c)

Figura 9

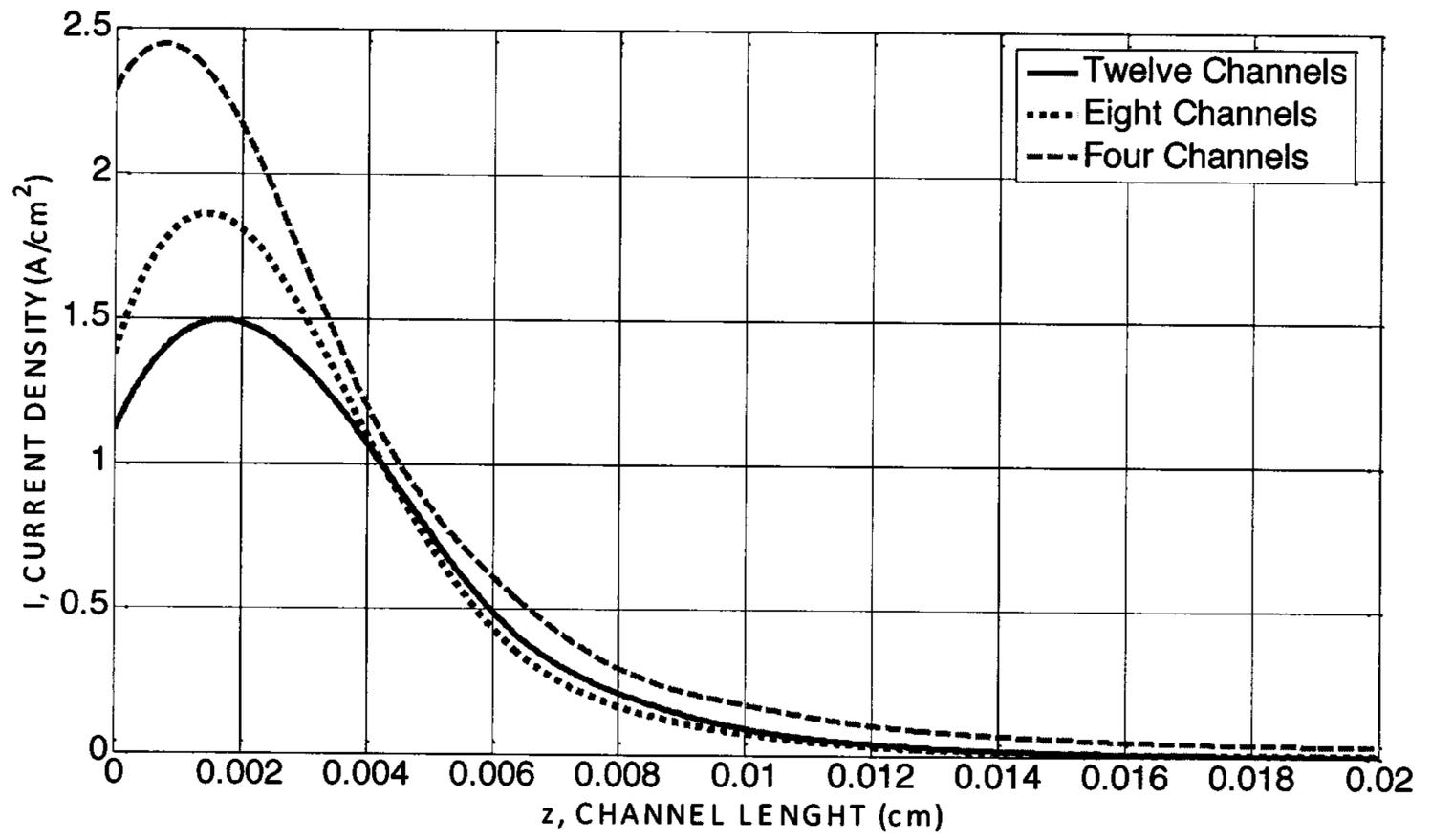


Figura 10

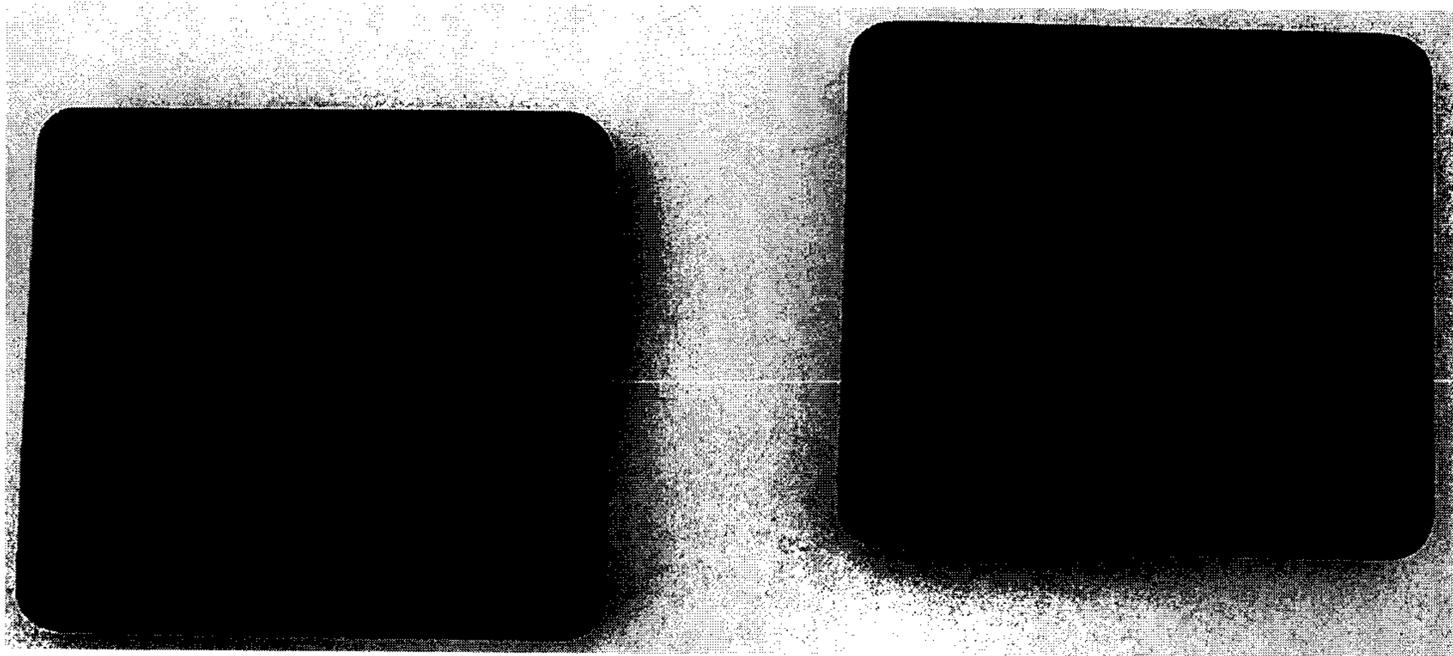


Figura 11

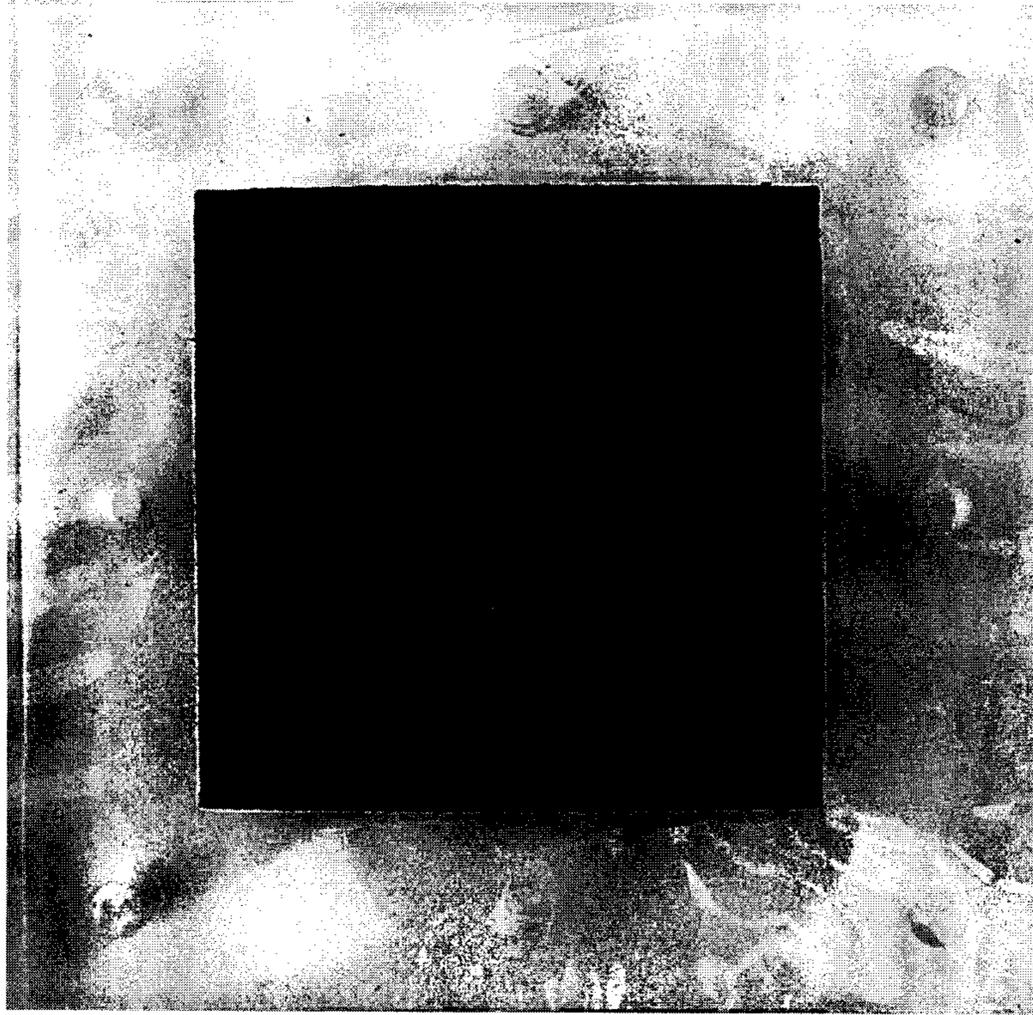


Figura 12