

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 377 797**

21 Número de solicitud: 201030894

51 Int. Cl.:  
**H01M 8/02** (2006.01)  
**H01M 8/10** (2006.01)

12

SOLICITUD DE PATENTE

A1

22 Fecha de presentación: **09.06.2010**

43 Fecha de publicación de la solicitud: **02.04.2012**

43 Fecha de publicación del folleto de la solicitud:  
**02.04.2012**

71 Solicitante/s:  
**CONSEJO SUPERIOR DE INVESTIGACIONES  
CIENTÍFICAS (CSIC)  
SERRANO, 117  
28006 MADRID, ES**

72 Inventor/es:  
**GUINEA DÍAZ, DOMINGO;  
VILLANUEVA MARTÍNEZ, EUGENIO;  
GARCÍA SÁNCHEZ, DANIEL y  
GUINEA GARCÍA-ALEGRE, DOMINGO**

74 Agente/Representante:  
**Pons Ariño, Ángel**

54 Título: **PILA DE COMBUSTIBLE DE PLACAS DE BIPOLARES CON LÁMINA METÁLICA CORRUGADA.**

57 Resumen:

Pila de combustible de placas bipolares con lámina metálica corrugada.

Destaca fundamentalmente porque las placas bipolares (4, 7) están constituidas por láminas metálicas delgadas que son corrugadas para configurar canales de distribución de fluidos sobre los electrodos (6).

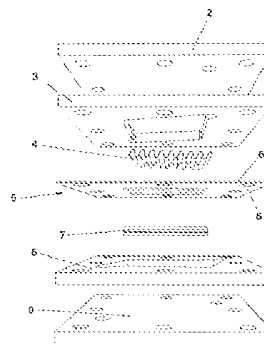


FIG. 1

ES 2 377 797 A1

DESCRIPCIÓN

**PILA DE COMBUSTIBLE DE PLACAS BIPOLARES CON LÁMINA METÁLICA CORRUGADA**

5

**OBJETO DE LA INVENCION**

La presente invención forma parte del área de la energía y en particular en la generación eléctrica mediante pilas de combustible.

10

El objeto de la invención consiste en una pila de combustible que utiliza una lámina metálica corrugada, con superficie resistente a la corrosión, para la formación de sus placas bipolares. De esta forma se proporcionan unas buenas propiedades de conducción y garantiza un excelente contacto eléctrico, así como la correcta distribución de los gases, además de emplear un componente muy ligero de fácil fabricación y bajo coste.

15

**ANTECEDENTES DE LA INVENCION**

20

Las pilas de combustible son dispositivos electro-químicos que convierten la energía química de un combustible en energía eléctrica. En la actualidad hay muchos tipos de pilas de combustible diseñadas para distintos tipos de aplicaciones, desde automóviles a la producción de energía para viviendas, o para alimentación de dispositivos portátiles.

25

Las pilas de combustible pueden ser de diversos tipos, de óxidos sólidos, ácido fosfórico, carbonatos fundidos, etc. La presente propuesta se centra en aquellas pilas basadas en un electrolito sólido formado por una membrana de intercambio protónico. Estas están constituidas por capas alternativamente densas y permeables a los gases, así como sucesivamente de conducción electrónica y protónica. Una celda básica de estas pilas se compone usualmente de siete capas, que desde el exterior hacia el interior

30

son: dos placas bipolares para distribución de gases, dos de láminas de difusión, dos de depósito catalítico y la membrana que hace las veces de electrolito entre ellas.

5 El electrolito, denso al paso de gases, ha de permitir el transporte protónico y se sitúa entre ánodo y cátodo, formados cada uno de ellos por una capa catalítica y otra difusora. Esta última establece contacto eléctrico con la placa bipolar correspondiente, que presenta transporte electrónico y ha de permitir el acceso de los gases. Las celdas así constituidas se ensamblan entre  
10 sí en conexión serie, de forma que el ánodo de cada celda queda eléctricamente unido al cátodo de la siguiente, formando así la estructura característica de una pila de combustible.

Entre los problemas que presentan los dispositivos actuales como  
15 generadores eléctricos se pueden citar: su elevado coste, la complejidad de los procesos de mecanizado o sinterizado en grafito o metal de sus componentes, la necesidad de una elevada precisión en la conformación de las placas bipolares para el correcto contacto eléctrico y evitar las fugas en el sellado, la elevada resistencia eléctrica de algunos materiales conductores usados en las  
20 placas bipolares, la obstrucción de una parte importante de la superficie activa del electrodo por los contactos eléctricos, entre las costillas de las placas bipolares y los electrodos, que dificultan el acceso de gas a los puntos de catálisis, el peso excesivo de los componentes pasivos de la pila (bipolares, prensa de cerramiento, dispositivos de alimentación, conexión, refrigeración y  
25 soporte, etc.).

En el documento US4751153 se aprecia un sistema de sellado que incorpora un elemento de ranura en la estructura y una junta sólida pre-conformada.

30

Por otro lado, en el documento US33940032 se aprecia una particular forma y disposición de las placas corrugadas, con transporte de los gases de

forma perpendicular entre ánodo y cátodo, y la corriente eléctrica normal al plano que forman las direcciones de transporte de los gases.

5 En relación con el documento US6905793 se observa el uso de placas corrugadas perpendiculares y el diseño planar de la pila, y su utilización está centrada en la refrigeración.

10 En el documento US6670068, se muestra un método para ensamblar pilas de placas bipolares corrugadas y evitar fugas al exterior.

## DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

15 La presente invención consiste en una pila de combustible con electrolito de membrana de intercambio protónico que incorpora placas bipolares de lámina metálica corrugada y estructura externa sellante de material denso a los gases, lo que representa una notable mejora en lo referente al coste, peso, eficiencia y facilidad de creación de dichas pilas tanto en el proceso de ensamblado como en el de fabricación de sus componentes.

20 Esta pila de combustible está caracterizada por la utilización como placa bipolar de una lámina delgada y elástica de metal corrugado resistente a la corrosión, circundada por un material sellante denso a los gases.

25 La pila incorpora como elementos fundamentales:

- estructura,
- ensamblaje membrana-electrodo
- placa corrugada
- placa de conexión
- 30 - sellado

## Estructura

La estructura consistente en un marco sellante externo de la pila ~~que es~~ de un material ligero e impermeable a gases, con las propiedades mecánicas adecuadas (por ejemplo, un material compuesto de fibra de vidrio/poliéster). Este marco es de un grosor algo menor que la suma del grueso de la capa difusora más el de la placa corrugada, con el fin de garantizar el correcto contacto eléctrico al aplicar posteriormente presión, debido a la flexión de la lámina metálica corrugada.

10

## Ensamblaje membrana-electrodo

El ensamblaje membrana-electrodo utilizado en la pila es de cinco capas, ~~—~~ dos capas difusoras, dos capas catalíticas y una membrana. ~~Coincidiendo~~ Las dimensiones de las superficies difusoras coinciden con las de la lámina metálica corrugada situada en el interior del marco.

15

## Placa corrugada

La placa corrugada es una lámina metálica delgada corrugada flexible y de superficie resistente a la corrosión, situada dentro del marco, que constituye una placa bipolar de canales paralelos, alimentados desde un conducto de transporte de gases por las cavidades de distribución y cuya forma garantiza una distribución homogénea de los gases entre los diferentes canales. La elasticidad del material metálico que constituye la placa bipolar asegura un contacto eléctrico adecuado entre la capa difusora y la lámina conductora que separa cada celda de la contigua o constituye el contacto terminal de la pila.

25

## Placa de conexión

30

El diseño de pila de combustible se caracteriza asimismo porque la unión entre celdas consecutivas se realiza mediante una lámina plana y

delgada de conducción electrónica que está en contacto con la placa de metal corrugado. Dichas placas cierran por ambos lados cada monocelda, posibilitando la conducción de los electrones del ánodo de una celda al cátodo de la siguiente, o al exterior de la pila.

5

### **Sellado**

Considerando los materiales que conforman el electrolito, el marco, y la lámina de separación, es preciso garantizar la estanqueidad de sus uniones, bien mediante la elasticidad de los propios materiales o bien introduciendo una capa sellante entre ellos.

10

Hay que destacar que, a diferencia del documento US4751153, la presente invención no utiliza una junta sólida preconformada sino un material sellante fluido de alta adhesividad, por ejemplo, un epoxi de dos componentes líquidos viscosos que solidifican al secar, aplicado éste tanto en la parte interna como en la externa de nuestra pila.

15

Por otro lado, a diferencia del documento US6670068, en la presente invención las fugas son evitadas mediante la utilización del epoxi sobre la estructura aislante rígida, mientras que en dicho documento se ataca el problema sellando la propia placa corrugada.

20

Por otra parte, a diferencia del documento US6261710, la presente invención aporta una estructura formada por una lámina metálica sobre la que establecen contacto las láminas corrugadas de las celdas adyacentes, para la separación de monoceldas, que permite transporte electrónico y el transporte independiente de gases a uno y otro lado.

25

30

## DESCRIPCIÓN DE LOS DIBUJOS

Para complementar la descripción que se está realizando y con objeto de ayudar a una mejor comprensión de las características de la invención, de acuerdo con dos ejemplos preferentes de realización práctica de la misma, se acompaña como parte integrante de dicha descripción, un juego de dibujos en donde con carácter ilustrativo y no limitativo, se ha representado lo siguiente:

Figura 1.- Muestra una vista de las partes que componen el primer ejemplo preferente en una monocelda de combustible con placas bipolares de lámina corrugada objeto de invención.

Figura 2.- Muestra una vista translúcida de las diferentes piezas que constituyen una de las celdas de la pila, donde se observan orificios para circulación de los gases de alimentación y para los pernos de fijación del conjunto.

Figura 3.- Muestra una vista del despiece de una celda componente de la pila correspondiente a un segundo ejemplo.

Figura 4.- Muestra una vista completa de los componentes que conforman la pila de dos celdas de acuerdo con el segundo ejemplo de aplicación.

## REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

En la figura 1 se muestra el primer ejemplo de una pila de una sola celda construida con las placas bipolares (4,7) de lámina metálica corrugada según la invención, que se encuentran en contacto con unos electrodos (6) de un ensamblaje membrana-electrodo (5) estableciendo contacto eléctrico entre los electrodos y unas placas terminales (2, 9), a la vez que canalizan el flujo de los fluidos reactantes, así como se aprecia un marco (3, 8) formado por una

primer separadora (3) y un segundo separador (8).

Los flujos son cruzados, ya que cada una de las placas bipolares (4, 7) dispone de canales de distribución paralelos y los canales de una placa bipolar (4) son perpendiculares a los canales de la otra placa bipolar (7). La elasticidad de las placas bipolares (4, 7) corrugadas permite que estén ligeramente comprimidas en el montaje, garantizando un buen contacto eléctrico entre los electrodos (6) y las placas terminales (2, 9).

De acuerdo con la figura 4 se observa que la pila está constituida por dos celdas conectadas eléctricamente en serie mediante una lámina conductora (10), de forma que el cátodo de una celda queda al potencial del ánodo de la otra. En esta configuración la tensión entre bornes de la pila es igual a la suma de las tensiones de cada una de sus celdas, mientras que la intensidad eléctrica es común a todas ellas.

En la figura 2 se observa un orificio de entrada (30) definido en la placa terminal (2) a través del cual penetra el fluido combustible, hacia el ánodo, que se distribuye primeramente por un conducto de alimentación y luego por un espacio esencialmente triangular del primer separador (3) hasta alcanzar los canales de la placa bipolar (4) corrugada, manteniendo la sección normal al flujo y la velocidad casi constantes hasta alcanzar un orificio de salida (31) definido en esa misma placa terminal (2).

Una circulación semejante tiene lugar en el cátodo con el fluido comburente, aire u oxígeno, entrando por un orificio de entrada (32) a una cavidad o espacio del otro separador (8) para dirigirse a continuación y recorrer los canales de la placa bipolar (7) y salir por el orificio de salida (33) de la placa terminal inferior (9).

La circulación de los gases se realiza por tanto por orificios ubicados en las esquinas del marco (3, 8), encontrándose en las diagonales opuestas los



correspondientes a cada gas: los orificios (30, 31) correspondientes al combustible y los orificios (32, 33) correspondientes al oxidante. Así pues el gas accede desde los orificios de entrada hasta los canales de la placa bipolar correspondiente y la salida se produce por un esquema similar en el extremo opuesto.

El marco (3, 8) y demás piezas, excepto las placas bipolares (4, 7), presentan asimismo unas perforaciones (40) para introducir los tornillos que cierran y mantienen la presión entre los componentes que garantizan la estanqueidad de las cámaras interiores del dispositivo.

La alimentación de ánodo y cátodo en cada celda se realiza en paralelo y los conductos de alimentación conectados a los orificios de entrada (30, 32) y los conductos de salida de fluidos conectados a los orificios de salida (31, 34) recorren toda la pila entre placas terminales (2, 9), atravesando las celdas.

En la figura 3 se observa el segundo ejemplo en el que se emplean dos placas de refuerzo (11) que refuerzan el ensamblaje membrana-electrodo (5). Estas placas de refuerzo (11) son de un material delgado y rígido, por ejemplo lámina de acero o de poliéster-fibra de vidrio y evitan la conexión de los fluidos de ánodo y cátodo por deformación de la membrana en la proximidad a los orificios (30-33).

Las diferentes celdas de la pila están conectadas eléctricamente entre sí mediante las láminas conductoras (10), que son delgadas, de elevada conductividad e impermeables a los gases, realizadas en acero inoxidable. La pila se ensambla mediante ocho varillas roscadas que atraviesan el perímetro de todas las celdas componentes a través de los orificios (40), realizados al efecto en todas las piezas excepto en las placas bipolares (4, 7) corrugadas interiores al cerramiento.

## REIVINDICACIONES

- 1.- Pila de combustible (1) de placas bipolares, que es del tipo de electrolito sólido de membrana de conducción protónica y que comprende unas placas  
5 terminales (2, 9), un marco (3, 8), un ensamblaje membrana-electrodos (5), y unas placas bipolares (4, 7), caracterizada porque las placas bipolares (4,7) están constituidas por láminas metálicas delgadas que son corrugadas para configurar canales de distribución de fluidos sobre los electrodos (6).
- 10 2.- Pila de combustible (1) de acuerdo con las reivindicación 1 caracterizada porque las láminas metálicas son de metal elástico, de elevada conductividad eléctrica y alta resistencia superficial a la corrosión.
- 15 3.- Pila de combustible (1) de acuerdo con las reivindicaciones 1 o 2 caracterizada porque las láminas elásticas son de elasticidad adecuada para garantizar en compresión el correcto contacto eléctrico entre los electrodos (6) y las celdas contiguas o placas terminales (2, 9).
- 20 4.- Pila de combustible (1) de acuerdo con la reivindicación 3 caracterizada porque comprende un separador de gases (10) que establece el contacto eléctrico con celdas contiguas.
- 25 5.- Pila de combustible (1), de acuerdo con reivindicación 1 caracterizada porque comprende fluidos sellantes de uno o dos componentes aplicados sobre el marco (3, 8) que actúa como cerramiento.

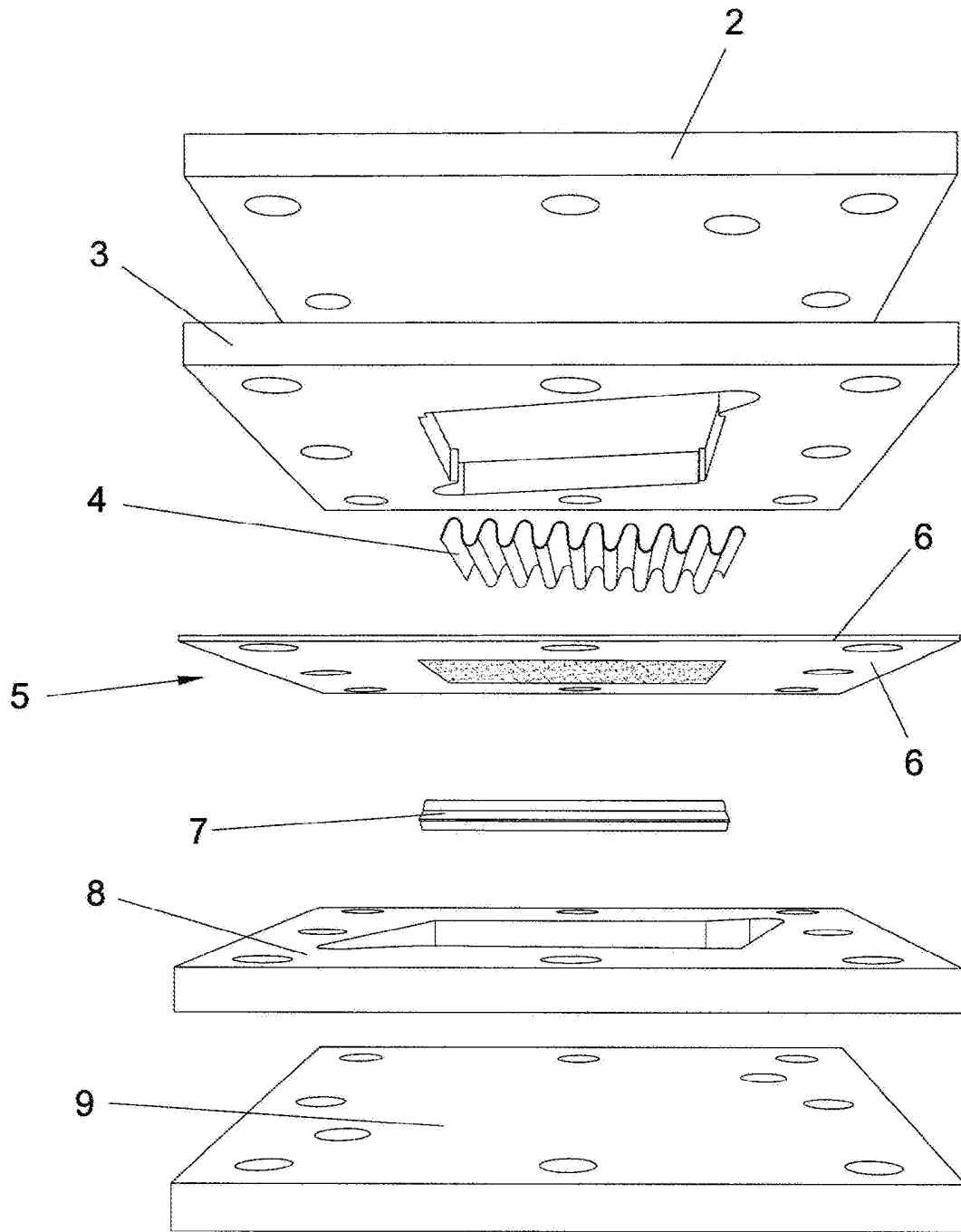


FIG. 1

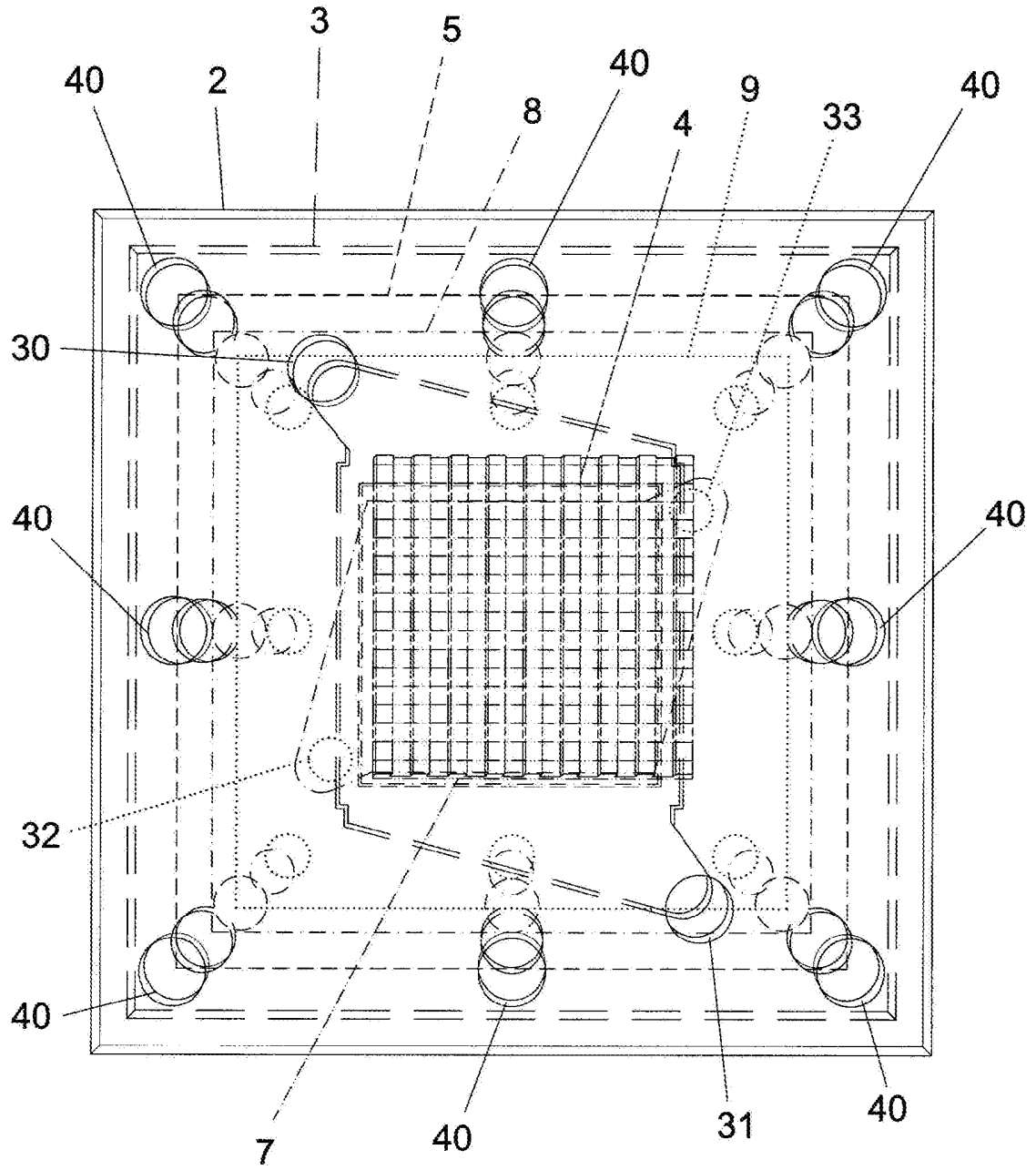


FIG. 2

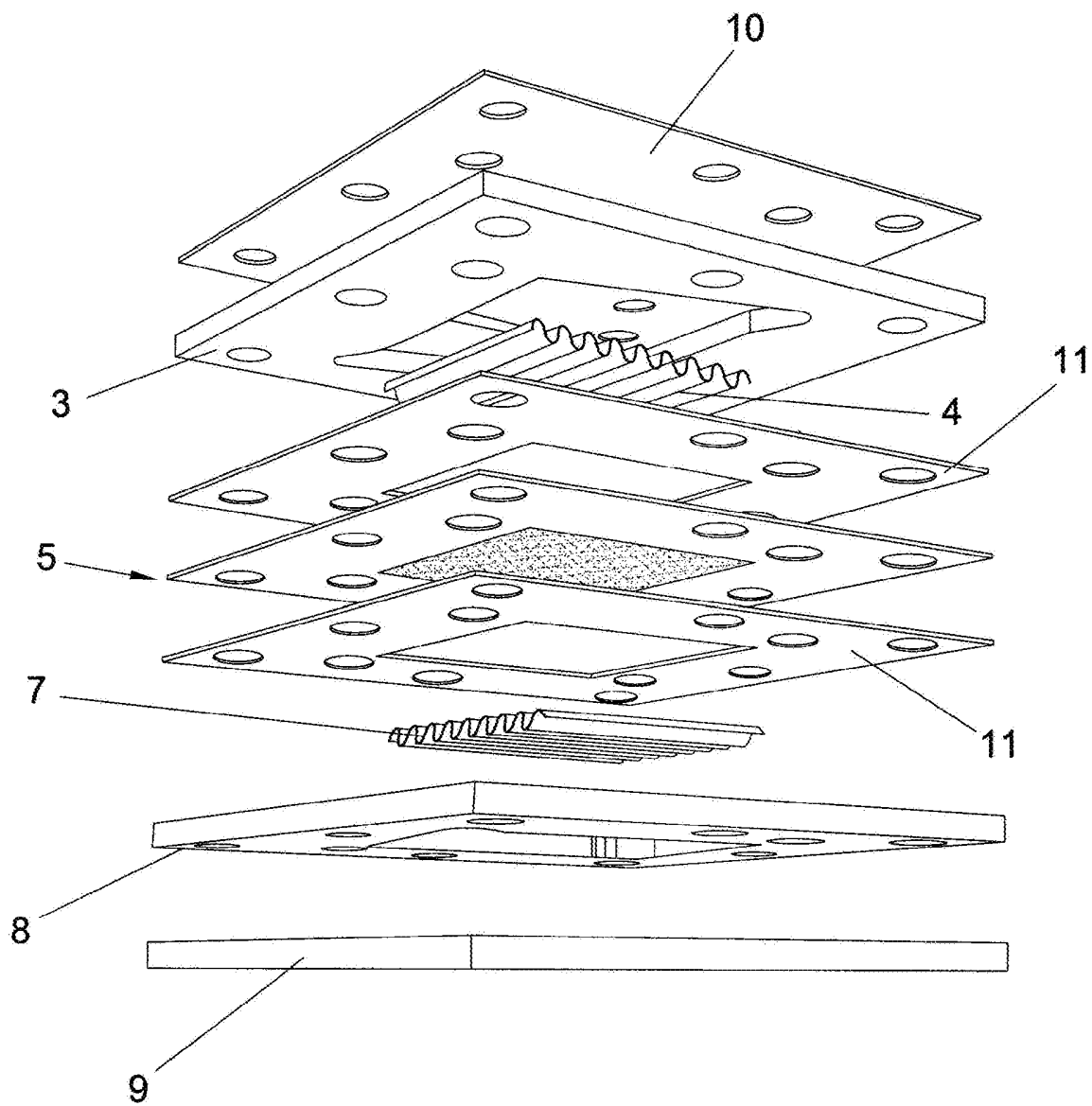
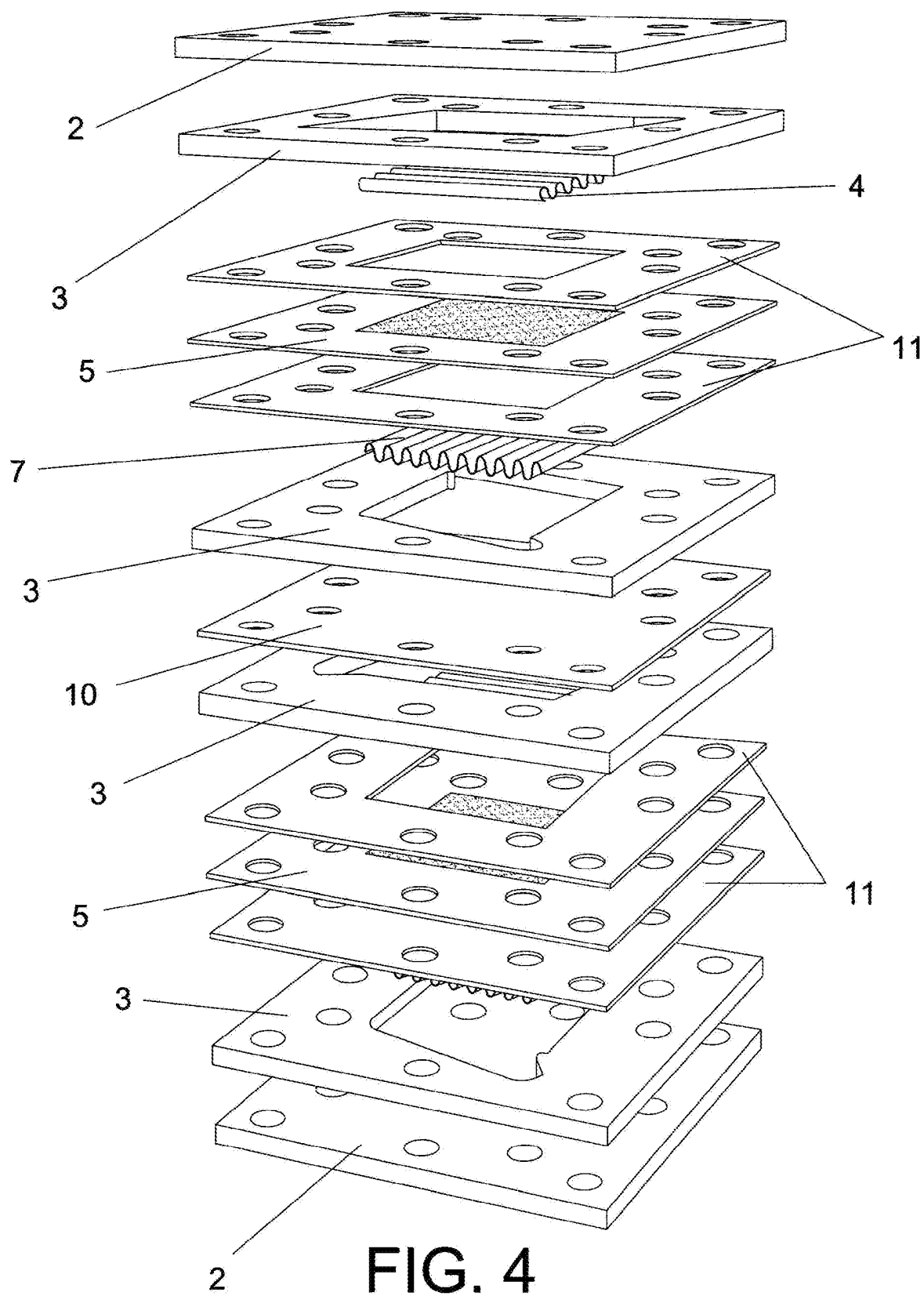


FIG. 3



**FIG. 4**



OFICINA ESPAÑOLA  
DE PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

21 N.º solicitud: 201030894

22 Fecha de presentación de la solicitud: 09.06.2010

32 Fecha de prioridad:

INFORME SOBRE EL ESTADO DE LA TECNICA

5 Int. Cl. : **H01M8/02** (2006.01)  
**H01M8/10** (2006.01)

DOCUMENTOS RELEVANTES

Categoría	56 Documentos citados	Reivindicaciones afectadas
X	WO 2010047586 A1 (STICHTING ENERGIEONDERZOEK) 29.04.2010, página 4, línea 26 – página 6, línea 15; página 7, líneas 16-31; reivindicaciones 1,10; figuras 1-8.	1-5
X	WO 2004049483 A2 (GLOBAL THERMOELECTRIC INC.) 10.06.2004, página 6, líneas 8-21; página 8, línea 21 – página 9, línea 4; página 10, líneas 10-21; figuras 2,5,6.	1-5
A	Base de datos Epodoc en Epoque. European Patent Office (Munich, DE). TWI 222765B B (JENG KUN-TSAN) 21.10.2004, resumen; figuras 1-5.	1-3
A	Base de datos Epodoc en Epoque. European Patent Office (Munich, DE). JP 1183070 A (HITACHI) 20.07.1989, resumen; figuras 1-3.	1,5
A	US 7585582 B2 (CHEN et al.) 08.09.2009, todo el documento.	1
A	Base de datos Epodoc en Epoque. European Patent Office (Munich, DE). DE 19641143 A1 (MAGNET MOTOR GMBH) 17.04.1997, resumen; figura 1.	1

Categoría de los documentos citados

X: de particular relevancia

Y: de particular relevancia combinado con otro/s de la misma categoría

A: refleja el estado de la técnica

O: referido a divulgación no escrita

P: publicado entre la fecha de prioridad y la de presentación de la solicitud

E: documento anterior, pero publicado después de la fecha de presentación de la solicitud

El presente informe ha sido realizado

para todas las reivindicaciones

para las reivindicaciones nº:

Fecha de realización del informe  
20.03.2012

Examinador  
R. San Vicente Domingo

Página  
1/5

Documentación mínima buscada (sistema de clasificación seguido de los símbolos de clasificación)

H01M

Bases de datos electrónicas consultadas durante la búsqueda (nombre de la base de datos y, si es posible, términos de búsqueda utilizados)

INVENES, EPODOC



Fecha de Realización de la Opinión Escrita: 20.03.2012

**Declaración**

<b>Novedad (Art. 6.1 LP 11/1986)</b>	Reivindicaciones 1-5	<b>SI</b>
	Reivindicaciones	<b>NO</b>
<b>Actividad inventiva (Art. 8.1 LP11/1986)</b>	Reivindicaciones	<b>SI</b>
	Reivindicaciones 1-5	<b>NO</b>

Se considera que la solicitud cumple con el requisito de aplicación industrial. Este requisito fue evaluado durante la fase de examen formal y técnico de la solicitud (Artículo 31.2 Ley 11/1986).

**Base de la Opinión.-**

La presente opinión se ha realizado sobre la base de la solicitud de patente tal y como se publica.

**1. Documentos considerados.-**

A continuación se relacionan los documentos pertenecientes al estado de la técnica tomados en consideración para la realización de esta opinión.

Documento	Número Publicación o Identificación	Fecha Publicación
D01	WO 2010047586 A1 (STICHTING ENERGIEONDERZOEK)	29.04.2010
D02	WO 2004049483 A2 (GLOBAL THERMOELECTRIC INC.)	10.06.2004
D03	TWI222765B B (JENG KUN-TSAN)	21.10.2004
D04	JP1183070 A (HITACHI)	20.07.1989
D05	US 7585582 B2 (CHEN et al)	08.09.2009
D06	DE19641143 A1 (MAGNET MOTOR GMBH)	17.04.1997

**2. Declaración motivada según los artículos 29.6 y 29.7 del Reglamento de ejecución de la Ley 11/1986, de 20 de marzo, de Patentes sobre la novedad y la actividad inventiva; citas y explicaciones en apoyo de esta declaración**

El documento D01 constituye el estado de la técnica más próximo a nuestra solicitud. En dicho documento, nos encontramos con una pila de combustible de óxido sólido compuesta por un ensamblaje membrana-electrodos, y que cuenta con sendas placas separadoras a ambos lados, en contacto directo con cada uno de los electrodos de la pila. Dichas placas están constituidas por láminas metálicas en forma corrugada para así configurar canales de distribución de los fluidos sobre los electrodos.

La única diferencia existente entre el documento D01 y la 1ª reivindicación de la solicitud objeto de estudio sería que en la solicitud de invención las propias láminas metálicas corrugadas irían ubicadas en un marco separador y en el documento D01 ambas partes conformarían una sola placa. Dicha diferencia no proporcionaría ninguna ventaja adicional al efecto técnico proporcionado por la invención, y por lo tanto sería considerada como una opción normal de diseño. Asimismo, el que el electrolito de la membrana sea de óxido sólido o sólido de membrana de conducción protónica tampoco produciría un efecto técnico diferente sobre el objeto de la invención.

Teniendo en cuenta esto, parece que sería evidente para un experto en la materia que partiendo de dicho documento D01 se llegara a la invención propuesta en la 1ª reivindicación de la solicitud, y de esta manera la actividad inventiva de dicha 1ª reivindicación quedaría cuestionada con el documento D01.

Las reivindicaciones dependientes 2ª a 5ª no contienen ninguna característica que en combinación con las características de la reivindicación 1ª de la que dependen, cumplan las exigencias del PCT con respecto a la actividad inventiva por las siguientes razones:

Las características descritas en las reivindicaciones 2ª y 3ª y que hacen referencia a las propiedades de elasticidad, elevada conductividad eléctrica y alta resistencia superficial a la corrosión de las láminas metálicas, son características propias y perfectamente conocidas de determinados metales (véase el resumen del documento D03), y por lo tanto se consideran que carecerían de actividad inventiva alguna.

Asimismo el separador de gases descrito en la reivindicación 4ª para establecer contacto eléctrico entre celdas contiguas, resulta un elemento perfectamente conocido en el estado de la técnica, que resulta obvio para la formación de pilas con varias celdas unitarias, por lo tanto partir de la pila de combustible del documento D01 carecería esta reivindicación 4ª de actividad inventiva.

Por último, en el documento D01 también se describen sistemas de sellado entre los distintos componentes que conforman el ensamblaje de las distintas capas que constituyen la pila, y también son perfectamente conocidos del estado de la técnica fluidos sellantes tipo epoxy. Por lo tanto diríamos que la reivindicación 5ª quedaría antecedida en cuanto a su actividad inventiva al igual que la reivindicación 1ª con el documento D01.

Las mismas consideraciones tenidas en cuenta con el documento D01 podrían también considerarse para el documento D02 y para la configuración de pila de combustible de óxido sólido descrita en dicho documento, que presenta una placa llamada de interconexión en forma corrugada y en contacto con los electrodos, y que también llegaría a cuestionar la actividad inventiva del problema técnico objetivo planteado con la solicitud de invención.

Por otro lado los documentos D03 a D06, que describen distintas pilas de combustible , y todas disponiendo en alguna de sus placas la configuración corrugada para una mejor distribución de los gases que entran en funcionamiento en la pila, reflejarían el estado de la técnica anterior.

Por lo tanto y a modo de resumen, podríamos concluir que en la pila de combustible de placas bipolares descrita en las reivindicaciones 1ª a 5ª de la presente solicitud no se aprecia actividad inventiva, y por lo tanto la patentabilidad de la invención se vería cuestionada conforme al artículo 8 de la ley 11/86 de patentes.