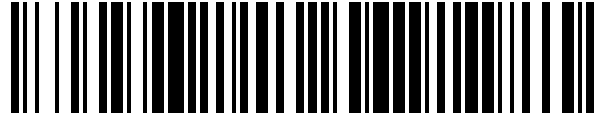


19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **1 232 498**

21 Número de solicitud: 201930869

51 Int. Cl.:

H01M 8/1097 (2006.01)

12

SOLICITUD DE MODELO DE UTILIDAD

U

22 Fecha de presentación:

24.05.2019

43 Fecha de publicación de la solicitud:

17.07.2019

71 Solicitantes:

**CENTRO DE INVESTIGACIONES ENERGÉTICAS,
MEDIOAMBIENTALES Y TECNOLÓGICAS
(CIEMAT) (100.0%)
Avd. Complutense, 40
28040 Madrid ES**

72 Inventor/es:

**MARTÍNEZ CHAPARRO, Antonio ;
FERREIRA APARICIO, Paloma ;
FOLGADO MARTÍNEZ, María Antonia ;
CONDE LÓPEZ, Julio José ;
DAVID, De Rafael Valdivia y
MIGUEL VERDUGO, Francisco José**

74 Agente/Representante:

PONS ARIÑO, Ángel

54 Título: **PILA DE COMBUSTIBLE ALIMENTADA CON HIDRÓGENO**

ES 1 232 498 U

PILA DE COMBUSTIBLE ALIMENTADA CON HIDRÓGENO**DESCRIPCIÓN****5 OBJETO DE LA INVENCION**

La invención se refiere a una pila de combustible de tipo polimérico, que produce electricidad a partir de hidrógeno y aire ambiental, que puede alimentar aplicaciones portátiles de baja potencia, y que comprende un compartimento catódico con una placa columnar, que facilita el acceso de aire de forma pasiva y la evacuación de agua, un
10 electrolito membrana, y un compartimento anódico con una membrana hidrofílica y un depósito externo que aceleran los procesos de transporte y la eliminación del agua en la pila, mejorando su rendimiento.

15 ANTECEDENTES DE LA INVENCION

Las pilas de combustible son los dispositivos que producen electricidad a partir de hidrógeno con mayor rendimiento. Son dispositivos modulares, fácilmente escalables en distintos rangos de potencia, silenciosos y sin partes móviles. Pueden funcionar en
20 sistemas estacionarios como edificios o industrias, en aplicaciones móviles, como automóviles, barcos y aviones, en pequeños dispositivos electrónicos, como juguetes, drones o vehículos no tripulados, o en aplicaciones portátiles de distintos tipos, como teléfonos, ordenadores, tabletas y aplicaciones médicas, como en las ayudas auditivas cocleares, bombas de insulina, marcapasos y desfibriladores.

25

Para la alimentación de estas aplicaciones portátiles se utilizan normalmente baterías eléctricas. La sustitución de estas baterías eléctricas por pilas de combustible puede suponer una mejora en la autonomía y la seguridad de funcionamiento.

30 Las pilas de combustible para aplicaciones portátiles se han venido proponiendo en las dos últimas décadas, principalmente alimentadas por combustibles líquidos, como metanol, etanol y ácido fórmico. En ellas, el combustible líquido permite una alta densidad de energía almacenada. Sin embargo, la oxidación de este combustible es poco eficiente, incluso aunque se utilice una alta carga de catalizador en el electrodo
35 anódico, por lo que dichas pilas sufren una considerable reducción de su rendimiento. A ello se unen otras dificultades, como la excesiva permeación del combustible a través del

electrolito, la limitada fiabilidad de funcionamiento, o incluso la toxicidad del combustible, que merman su utilización como alternativa frente al uso de baterías tradicionales.

5 Por otro lado, las pilas de combustible portátiles que funcionan con hidrógeno almacenado no sufren las mismas dificultades que las pilas de combustibles líquidos, debido a que el hidrógeno no es un producto tóxico, y tiene muy fácil reacción anódica, que transcurre con mínima pérdida de potencial, dando lugar a una combustión segura y limpia, que solo produce agua como residuo.

10 Una de las mayores dificultades que plantean estas pilas a la hora de ser implementadas de manera portátil es el almacenamiento de hidrógeno con suficiente densidad volumétrica y másica. Para ello, recientemente se han venido desarrollando nuevos materiales y medios que pueden almacenar hidrógeno a baja presión y de forma reversible, basados en interacciones físicas y químicas, como los hidruros metálicos,
15 materiales basados en distintas formas de carbono (grafeno, nanotubos), y otros materiales compuestos (nitruros, calcogenuros, óxidos), que hacen que la pila de hidrógeno sea hoy día muy interesante para su utilización en estas aplicaciones portátiles.

20 Otro de los inconvenientes que presentan las pilas de hidrógeno es el transporte de aire (u oxígeno) y agua. Este tema constituye otro campo de investigación importante, pues es uno de los aspectos que más afecta su rendimiento y eficiencia.

25 En algunas alternativas, como la propuesta en el documento de K. Akiyama “*An Air-Breathing Single Cell Micro PEMFC System with AB5-Type Metal Hydride and an Ultra-Low Voltage Input Boost Converter*” 2008 Fuel Cell Seminar & Exposition”, se utiliza una válvula de purga, que expulsa al exterior el hidrógeno y el agua generados en la pila de hidrógeno, que es alimentada por convección natural.

30 Existe una propuesta que consiste en añadir, a una pila de combustible a la que se provee el oxígeno mediante convección natural de aire, una capa rígida y muy porosa entre el cátodo y una capa de difusión de gas, que reduce las pérdidas por contacto y minimiza las pérdidas por transporte, tal y como se expone en el documento de B. Babcock, A. J. Tupper, D. Clark, T. Fabian y R. O’Hayre. “*Optimization of Passive Air*
35 *Breathing Fuel Cell Cathodes. J. Fuel Cell Science and Technology*”.

5 En el documento de T. Fabian, R. O'Hayre, S. Litster, F.B. Prinz y J.G. Santiago "*Passive water management at the cathode of a planar air-breathing proton exchange membrane fuel cell*" J. Power Sources 195 (2010), se propone una pila de hidrógeno en la que el oxígeno llega al electrodo catódico mediante convección natural de aire, y que comprende una capa colectora de agua, que una vez ha llegado a un límite de almacenamiento, deja que el resto de agua salga al exterior a través de una mecha que comunica el interior y el exterior de la pila.

10 En el documento ES 2466590, se describe una pila de combustible de tipo PEMFC que tiene la particularidad de no requerir elementos auxiliares para su correcto funcionamiento, como la utilización de automatismos para la evacuación de agua o de ventilación, utilizando oxígeno del aire ambiente mediante convección natural ('air breathing') e hidrógeno almacenado en forma portátil.

15

DESCRIPCIÓN DE LA INVENCION

20 El objeto de la invención es una pila de combustible que funciona con hidrógeno de forma completamente pasiva, destinada preferentemente a aplicaciones portátiles. Más concretamente la invención comprende una monocelda de forma preferentemente circular, cuya geometría mejora la estanqueidad del cierre y la homogeneidad de funcionamiento.

25 La pila de combustible objeto de la invención comprende un electrolito membrana, un compartimento anódico, en el que unos medios pasivos de transporte y colección de agua aceleran los procesos de transporte y eliminación de agua, y un compartimento catódico en el que una placa columnar facilita la entrada de aire ambiente de forma pasiva, la evacuación del agua producida en la pila y el contacto eléctrico óptimo entre
30 los elementos comprendidos en el compartimento catódico. Tanto el compartimento anódico como el compartimento catódico tienen una hidrofobicidad adecuada, diferente en cada uno de ellos, de manera que se facilita la salida de agua gracias a gradientes de la presión capilar.

35

Más concretamente, la pila de combustible comprende:

- El electrolito membrana ubicado entre el compartimento anódico y el compartimento catódico. Dicho electrolito es una membrana conductora de protones y con suficiente impermeabilidad a los gases.
5

- El compartimento anódico que presenta una estructura en capas que comprende:
 - o una placa soporte ranurada, que es rígida, aislante y delgada y comprende un conducto de entrada de gas, preferentemente hidrógeno, y un conducto de salida de agua y gas,
10
 - o un primer colector de corriente de rejilla, en contacto con el lado de la placa soporte ranurada más próximo al compartimento anódico, que permite la circulación de agua, y que se monta sobre un marco para sujeción de manera que logra la estanqueidad del compartimento anódico,
15
 - o un primer electrodo de difusión de gas, ubicado a continuación del primer colector de corriente de rejilla, entre este y el electrolito membrana, que facilita la retirada de agua de la capa catatítica sin necesidad de usar sistemas de purga automáticos que suponen un consumo extra,
20
 - o unas primeras juntas, preferentemente en forma de anillo, con una abertura interior igual al área del primer electrodo de difusión de gas, ubicadas a ambos lados del primer colector de corriente de rejilla, que logran la estanqueidad del compartimento anódico,
25
 - o los medios pasivos de transporte y colección de agua, que se han indicado anteriormente, y que comprenden:
 - una membrana hidrofílica, situada a continuación de la placa soporte ranurada, en la cara opuesta al primer colector de corriente, que es impermeable al paso de hidrógeno, de manera que permite la permeación de agua desde el compartimento anódico hasta el exterior de la pila, sin que haya una fuga de hidrógeno,
30
 - un depósito externo, conectado al conducto de salida de agua y gas de la placa soporte ranurada, en el que se condensa el agua en fase vapor que genera la pila,
35

- o unas segundas juntas estancas, colocadas a ambos lados de la membrana hidrofílica, en forma de anillo preferentemente, con una abertura interior igual al área del primer electrodo de difusión de gas, y
- o una placa de fijación ranurada, ubicada a continuación de la membrana hidrofílica, en la cara opuesta a la placa soporte.

5

- El compartimento catódico presenta una estructura en capas que comprende:
 - o un segundo electrodo de difusión de gas, en contacto con el electrolito membrana, en la cara opuesta al primer electrodo de difusión,
 - o un segundo colector de corriente de rejilla, situado a continuación del segundo electrodo de difusión de gas, en la cara opuesta al electrolito, que facilita la eliminación de agua,
 - o la placa columnar, mencionada anteriormente, ubicada a continuación del segundo colector de corriente, en la cara opuesta al electrodo, y que comprende:
 - una placa base,
 - una distribución de columnas en la que un extremo de las columnas parte de la placa base y el extremo opuesto está en contacto con el segundo colector de corriente.

10

15

20

Para mantener unidos los elementos descritos anteriormente se pueden emplear tornillos o espárragos pasantes, preferentemente de acero inoxidable, aislados convenientemente para evitar el cortocircuito entre el compartimento anódico y el compartimento catódico, de manera que la estructura sea desmontable. Otra alternativa es que las juntas estancas que se colocan entre los distintos elementos se fijen a las placas por medio de pegamento o calor, de manera que la estructura no sea desmontable.

25

30

35

A la hora de utilizar la pila, se pueden asociar varias de ellas en apilamientos multicelda o "stack", por medio de la conexión eléctrica en serie o en paralelo, según cuales sean los requerimientos de corriente y voltaje. Estas conexiones se realizan por medio de contactos eléctricos integrados en los compartimentos de la pila de combustible. En el caso de que la conexión sea en serie, se une el compartimento anódico de una celda con el compartimento catódico de la adyacente, extrayendo la electricidad de los compartimentos de las pilas situados en los extremos. Esta asociación presenta la ventaja de que da lugar a una pila de combustible de configuración plana, frente a las

pilas de combustible convencionales que presentan una configuración más tridimensional. Además, a diferencia de éstas, cada celda individual puede ser desmontada, reparada y/o cambiada, sin afectar al resto de las celdas.

- 5 La pila se puede alimentar con hidrógeno en el compartimento anódico a partir de un almacenamiento portátil.

La placa de soporte ranurada del compartimento anódico puede estar fabricada en un polímero de alta rigidez y resistente al agua (metacrilato (G=1.7 GPa), baquelita (G=10 GPa), PEEK (G=3.7 GPa), PC (G=1.5 GPa), PTFE (G=0.3 GPa)).

15 Aquellos elementos que estén fabricados a partir de materiales susceptibles de ser atacados por el medio ácido del compartimento anódico pueden comprender en la cara que esté en contacto con el compartimento anódico un recubrimiento protector.

El primer colector de corriente y el segundo colector de corriente pueden ser una rejilla metálica conductora, preferentemente soldada con una malla de 20x20 a 40x40 hilos por pulgada y un tamaño de hilo de 0.005 a 0.007 pulgadas, de manera que permita el paso de agua a su través. Estos hilos se pueden cubrir de una capa de un material seleccionado entre Oro, Carbono, u otro que mejore el contacto eléctrico o la protección frente a la corrosión.

25 El primer colector de corriente puede estar montado sobre un marco para sujeción que puede ser del mismo material metálico que el colector o de otro material conductor. Alternativamente, puede estar montado sobre una estructura de polímero plástico dispuesta de manera que permite la conexión eléctrica de la rejilla del primer colector de corriente a un circuito eléctrico externo, manteniendo la estanqueidad.

30 Para mejorar la conducción de agua desde el compartimento anódico hasta la membrana hidrofílica, la cara interior de la placa de fijación puede estar recubierta de un material hidrófilo, seleccionado, por ejemplo, entre óxido de titanio u óxido de silicio.

35 Las primeras juntas estancas y las segundas juntas estancas pueden ser de un material seleccionado entre silicona, teflón, poliimida, u otro material químicamente estable en el ambiente ácido de la pila, siempre que asegure la estanqueidad. El espesor de las juntas

estancas puede ser de 100-300 micras, el mismo aproximado que el del primer electrodo.

5 El primer electrodo y el segundo electrodo de difusión de gas pueden estar formados a partir de fibras de carbono hidrofobizadas, recubiertas de una capa microporosa de negro de carbón y una película de platino soportado sobre carbono, junto con un ionómero de ácido perfluorosulfónico.

10 La matriz de columnas que comprende la placa columnar puede estar dispuesta en una red cuadrada, hexagonal o similar, con un espacio intercolumnar de 1-4 mm, un radio de columnas de 0.5-2 mm, y una altura de columnas de 1-1.5 cm. La placa columnar puede ser de un material rígido seleccionado entre acero, aluminio, alumina, mullita o un polímero rígido y las columnas pueden estar revestidas de un material hidrófilo para facilitar la evacuación de agua.

15 El electrolito membrana puede ser un polímero conductor protónico, preferentemente Nafion, de 20 a 120 micras de espesor.

20 Ventajosamente, la presente invención presenta una pila de combustible alimentada con hidrógeno, preferentemente para aplicaciones portátiles, que mediante el rediseño de los elementos que comprenden el compartimento anódico y el compartimento catódico y la incorporación de nuevos elementos como la placa columnar, y los componentes hidrofílicos e hidrofóbicos, acelera los procesos de transporte de agua, aire y oxígeno en la pila, logrando un aumento en su eficiencia, y un sistema completo de pila de
25 combustible de dimensiones reducidas.

Más concretamente, el diseño del compartimento catódico permite la reacción directa con el aire ambiental, sin necesidad de utilizar elementos externos, como ventiladores, que consumen energía, y además, gracias al elemento columnar, se mejora el transporte
30 de agua y oxígeno en la pila.

El diseño del compartimento anódico permite que la pila funcione sin tener que realizar una purga periódica de agua, gracias al depósito externo para condensación de agua y a la membrana hidrofílica, mejorando el rendimiento de la pila.

35

Además, los componentes hidrofóbicos e hidrofílicos que incorporan el compartimento anódico y compartimento catódico aceleran los procesos de transporte y eliminación del agua que produce la pila como residuo, aumentando así mismo el rendimiento de la pila.

5

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 un ejemplo preferente 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:

10

Figura 1.- Muestra una vista general de la pila de combustible alimentada con hidrógeno.

15

Figura 2.- Muestra una vista de los elementos que constituyen el compartimento anódico de la pila de combustible alimentada con hidrógeno.

20

Figura 3.- Muestra una vista de los elementos centrales de la pila de combustible alimentada con hidrógeno.

Figura 4.- Muestra una vista de los elementos que comprende el compartimento catódico de la pila de combustible alimentada con hidrógeno.

25

Figura 5.- Muestra una configuración multicelda, de varias pilas de combustible conectadas entre sí.

30

Figura 6.- Muestra una gráfica en la que se representan la tensión y potencia suministradas por la pila en función de la intensidad, para una configuración monocelda de la pila de combustible.

35

Figura 7.- Muestra una gráfica en la que se representan la tensión y la potencia suministradas por la pila en función de la intensidad, para una configuración multicelda de seis celdas, de la pila de combustible.

REALIZACIÓN PREFERENTE DE LA INVENCION

Seguidamente se proporciona, con ayuda de las figuras anteriormente referidas, una explicación detallada de un ejemplo de realización preferente del objeto de la presente invención.

5

La pila de combustible objeto de la invención consiste en una pila de combustible que funciona con hidrógeno de forma completamente pasiva, preferentemente para aplicaciones portátiles.

10

Más en concreto, la invención comprende un compartimento anódico (12) en el que reacciona el hidrógeno, un compartimento catódico (13), donde reacciona el oxígeno del aire, y un electrolito membrana (11), que separa el flujo de reactantes.

15

La geometría de la pila es circular, de manera que se mejora la estanqueidad del cierre y la homogeneidad de funcionamiento, tal y como se observa en la figura 1.

Como se observa en la figura 2, la pila comprende un electrolito membrana (11), ubicado entre el compartimento anódico (12) del compartimento catódico (13).

20

El compartimento anódico (12) en el que una membrana hidrofílica (5) y un depósito externo (10) para condensación de agua, permiten su funcionamiento sin necesidad de realizar purgas de hidrógeno. Comprende también un compartimento catódico (13) en el que una placa columnar (9) facilita la entrada de aire ambiente de forma pasiva, además de la evacuación del agua producida.

25

El compartimento anódico (12), tal y como se muestra en la figura 3, presenta una estructura en capas que comprende una placa soporte (1) ranurada, que es rígida, aislante y delgada, en la que se ubican un conducto de entrada (15) de hidrógeno y un conducto de salida (16) de agua y gas.

30

En contacto con el lado de la placa soporte (1) ranurada más próximo al compartimento catódico (13), se ubica un primer colector de corriente (2) de rejilla, que permite el paso de agua e hidrógeno a su través, y que se monta sobre un marco para sujeción de manera que permite la estanqueidad del compartimento anódico (12).

35

A continuación del primer colector de corriente (2) de rejilla, en la cara opuesta a la placa soporte (1), se posiciona un primer electrodo (3) de difusión de gas, que facilita la eliminación de agua.

5 A ambos lados del primer colector de corriente (2) de rejilla, se posicionan unas primeras juntas (4) estancas, con forma de anillo, con una abertura interior igual al área del primer electrodo (3) de difusión de gas, que logran la estanqueidad del compartimento anódico (12).

10 En el compartimento anódico (12) se ubican también unos medios pasivos de transporte y colección de agua que comprenden, en primer lugar, una membrana hidrofílica (5), situada a continuación de la cara exterior de la placa de soporte (1) ranurada, en el lado opuesto al primer colector de corriente (2), siendo la membrana hidrofílica (5) impermeable al paso de hidrógeno, de manera que permite la permeación de agua
15 desde el compartimento anódico (12) hasta el exterior de la pila, sin que haya una fuga de hidrógeno. En segundo lugar, un depósito externo (10) para condensación de agua, conectado al conducto de salida (16) de agua y gas de la placa soporte (1) ranurada.

Además, incorpora unas segundas juntas (17) estancas, colocadas a ambos lados de la
20 membrana hidrofílica (5), en forma de anillo y con una abertura interior igual al área del primer electrodo (3) de difusión de gas, que logran la estanqueidad del compartimento anódico (12).

El compartimento anódico (12) comprende además una placa de fijación (6), ubicada a
25 continuación de la membrana hidrofílica, en la cara opuesta a la placa soporte (1).

Por otra parte, el compartimento catódico (13), tal y como se muestra en la figura 4, presenta también una estructura en capas que comprende un segundo electrodo (7) de difusión de gas, ubicado en contacto con el electrolito membrana (11), en la cara opuesta
30 al primer electrodo (3).

A continuación del segundo electrodo (7) de difusión de gas, en la cara opuesta al electrolito membrana (11), se sitúa un segundo colector de corriente (8) de rejilla, que permite la circulación de agua y paso de aire a su través.

35

A continuación del segundo colector de corriente (8) de rejilla, en la cara opuesta al segundo electrodo (7), se ubica una placa columnar (9), que comprende una placa base (18) y una distribución de columnas (19), en la que la distribución de columnas (19) presiona localmente el segundo colector de corriente (8) sobre el segundo electrodo (7) de difusión de gas, de manera que se logra un contacto eléctrico óptimo, el acceso de aire al cátodo de forma pasiva y la evacuación de agua de la pila.

Esta estructura columnar le permite al compartimento catódico (13) reaccionar con el oxígeno presente en el aire ambiente, sin asistencia de elementos adicionales para forzar el flujo de aire, como un ventilador, logrando un aprovechamiento de potencia máximo.

Para mantener las distintas capas de la estructura unidas, se utilizan elementos de fijación (14), que pueden ser tornillos o espárragos pasantes, preferentemente de acero inoxidable, aislados convenientemente para evitar el cortocircuito entre el compartimento anódico (12) y compartimento catódico (13), de manera que la estructura es desmontable.

Para un montaje no desmontable, los tornillos pueden ser sustituidos por un pegamento u otro elemento adherente que sea capaz de mantener la estructura de capas compacta y estanca en el lado anódico. Este montaje "no desmontable" permite una reducción del peso de la pila. Sin embargo, para la placa el fijamiento de la placa columnar (9) catódica será imprescindible mantener al menos dos elementos mecánicos de fijación regulable, como dos tornillos, al objeto de mantener una presión adecuada sobre el compartimento catódico.

REIVINDICACIONES

1.- Pila de combustible alimentada con hidrógeno, que comprende:

- un compartimento anódico (12),
- 5 - un compartimento catódico (13), y
- un electrolito membrana (11) que se ubica entre el compartimento anódico (12) y el compartimento catódico (13),

caracterizada porque el compartimento catódico (13) comprende:

- 10 - un segundo electrodo (7) de difusión de gas, ubicado a continuación del electrolito membrana (11), en la cara opuesta al compartimento anódico (12),
- un segundo colector de corriente (8) de rejilla, situado a continuación del segundo electrodo (7), en la cara opuesta al electrolito membrana (11),
- una placa columnar (9), ubicada a continuación del segundo colector de corriente (8), en la cara opuesta al electrodo (7), y que comprende:
 - 15 o una placa base (18)
 - o una distribución de columnas (19) en la que un extremo de las columnas (19) parte de la placa base (18) y el extremo opuesto está en contacto con el segundo colector de corriente (8).

20 2.- Pila de combustible alimentada con hidrógeno, según la reivindicación 1, caracterizada porque el compartimento anódico (12) comprende:

- una placa soporte (1) ranurada,
- un conducto de entrada de gas (15) conectados a la placa soporte (1),
- un conducto de salida (16) de agua y gas conectado a la placa soporte (1),
- 25 - un primer colector de corriente (2) de rejilla, en contacto con la cara de la placa soporte (1) más próxima al electrolito membrana (11), y
- un primer electrodo (3) de difusión de gas, ubicado entre el primer colector de corriente (2) de rejilla y el electrolito membrana (11).

30 3.- Pila de combustible alimentada con hidrógeno, según la reivindicación 2, caracterizada porque el compartimento anódico (12) comprende adicionalmente una membrana hidrofílica (5), ubicada a continuación de la placa soporte (1), en la cara opuesta al primer colector de corriente (2).

35 4.- Pila de combustible alimentada con hidrógeno, según la reivindicación 2, caracterizada porque el compartimento anódico (12) comprende adicionalmente un

depósito externo (10), conectado a la placa soporte (1) a través del conducto de salida (16) de agua y gas.

5 5.- Pila de combustible alimentada con hidrógeno, según la reivindicación 2, caracterizada por que el compartimento anódico (12) comprende adicionalmente unas primeras juntas (4) estancas, ubicadas a ambos lados del primer colector de corriente (2) de rejilla.

10 6.- Pila de combustible alimentada con hidrógeno, según la reivindicación 3, caracterizada por que el compartimento anódico (12) comprende adicionalmente una placa de fijación (6) ubicada a continuación de la membrana hidrofílica, en la cara opuesta a la placa soporte (1).

15 7.- Pila de combustible alimentada con hidrógeno, según la reivindicación 3, caracterizada por que el compartimento anódico (12) comprende adicionalmente unas segundas juntas (17) estancas, situadas a ambos lados de la membrana hidrofílica (5).

20 8.- Pila de combustible alimentada con hidrógeno, según la reivindicación 1, caracterizada porque comprende adicionalmente unos elementos de fijación (14) que mantienen unido al compartimento anódico (12), con el compartimento catódico (13) y con el electrolito membrana (11).

25 9.- Pila de combustible alimentada con hidrógeno, según las reivindicaciones 1, 2, 3, 5, 6, 7 y 8, en la que la placa columnar (9), el segundo colector de corriente (8), el electrolito membrana (11), las primeras juntas estancas (4), las segundas juntas estancas (17), la placa soporte (1), la membrana hidrofílica (5) y la placa de fijación (6) comprenden adicionalmente unos orificios por los que atraviesan los elementos de fijación (14) que son unos tornillos pasantes.

30 10.- Pila de combustible alimentada con hidrógeno, según la reivindicación 2, en la que el primer colector de corriente (2) es una rejilla metálica conductora.

35 11.- Pila de combustible alimentada con hidrógeno, según la reivindicación 10, en la que el compartimento anódico (12) comprende adicionalmente una estructura posicionada entre el primer electrodo (3) y la placa soporte (1), sobre la que está montado el primer

colector de corriente (2), y que permite la conexión eléctrica de la rejilla a un circuito eléctrico externo.

5 12.- Pila de combustible alimentada con hidrógeno, según la reivindicación 1, en la que la distribución de columnas (19) de la placa columnar (9) es una matriz de columnas que se dispone en una red cuadrada o hexagonal, con un espacio intercolumnar de 1-4 mm, un radio de columnas de 0.5-2 mm, y una altura de columnas de 1-1.5 cm.

10 13.- Pila de combustible alimentada con hidrógeno, según la reivindicación 2, en la que la placa de soporte (1) ranurada está fabricada en un polímero de alta rigidez y resistente al agua.

15 14.- Pila de combustible alimentada con hidrógeno, según la reivindicación 10, en la que la rejilla está recubierta de una capa de un material seleccionado entre Oro y Carbono.

15.- Pila de combustible alimentada con hidrógeno, según la reivindicación 6, en la que la cara interior de la placa de fijación (6) está recubierta de un material hidrófilo.

20 16.- Pila de combustible alimentada con hidrógeno, según la reivindicación 1, en la que el segundo colector de corriente (8) es una rejilla metálica conductora.

25 17.- Pila de combustible alimentada con hidrógeno, según las reivindicaciones 5 y 7, en la que las primeras juntas (4) y las segundas juntas (17) son de un material seleccionado entre silicona, teflón y poliimida.

30 18.- Pila de combustible alimentada con hidrógeno, según la reivindicación 2, en la que el primer electrodo (3) de difusión de gas está formado a partir de fibras de carbono hidrofobizadas, recubierto de una capa microporosa de negro de carbón y una película de platino soportado sobre carbono, junto con un ionómero de ácido perfluorosulfónico.

19.- Pila de combustible alimentada con hidrógeno, según la reivindicación 1, en la que la placa columnar (9) es de un material rígido seleccionado entre acero, aluminio, alumina, mullita y polímero rígido.

35 20.- Pila de combustible alimentada con hidrógeno, según la reivindicación 1, en la que la distribución de columnas (19) está recubierta de un material hidrófilo.

- 21.- Pila de combustible alimentada con hidrógeno, según la reivindicación 1, en la que el segundo colector de corriente (8) está recubierto de una capa de un material seleccionado entre oro, negro de carbón y Nafion.
- 5 22.- Pila de combustible alimentada con hidrógeno, según la reivindicación 1, en la que el segundo electrodo (7) de difusión de gas está formado a partir de fibras de carbono hidrofobizado, recubierto de una capa microporosa de negro de carbón y una película de platino soportado sobre carbono, junto con un iómero de ácido perfluorosulfónico.
- 10 23.- Pila de combustible alimentada con hidrógeno, según la reivindicación 1, en la que el electrolito membrana (11) es un polímero conductor protónico, de 20 a 120 micras de espesor.
- 15 24.- Pila de combustible alimentada con hidrógeno, según la reivindicación 1, en la que el compartimento anódico (12), el compartimento catódico (13) y el electrolito membrana (11) son de forma circular.

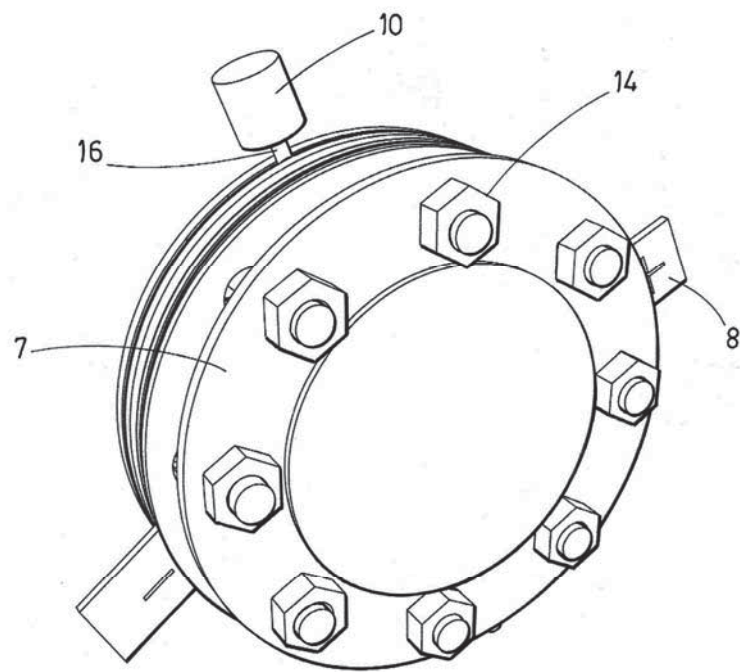


FIG. 1

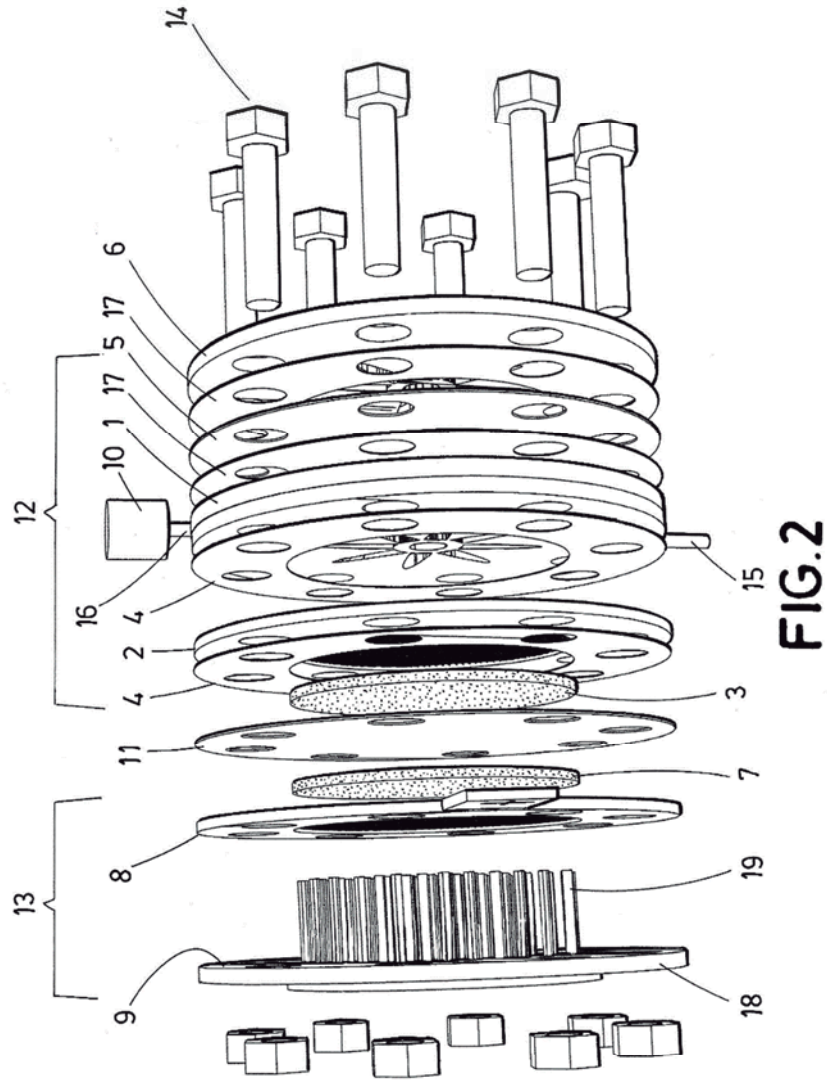


FIG. 2

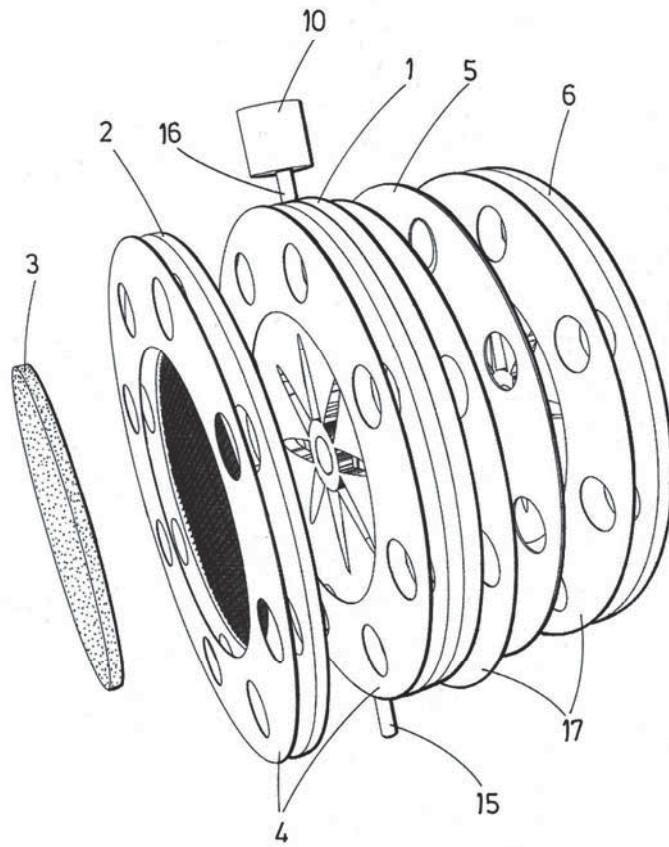


FIG.3

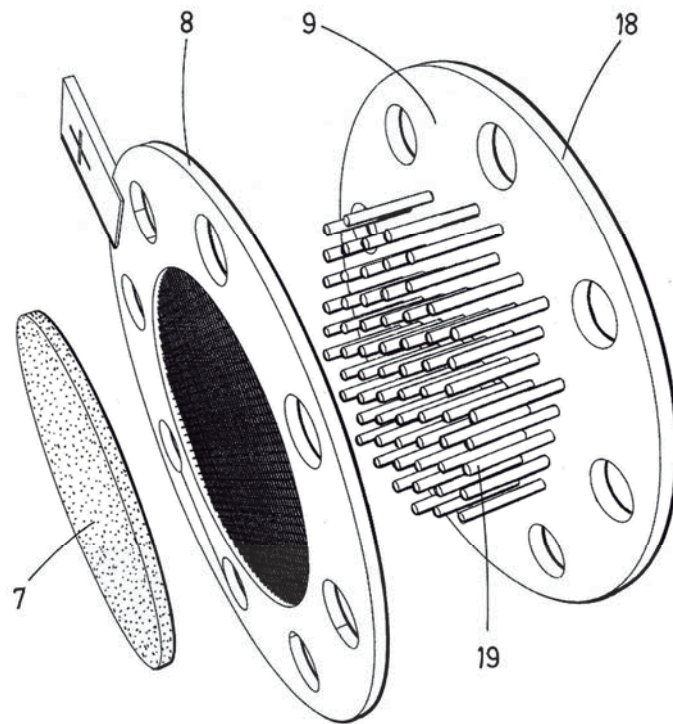


FIG.4

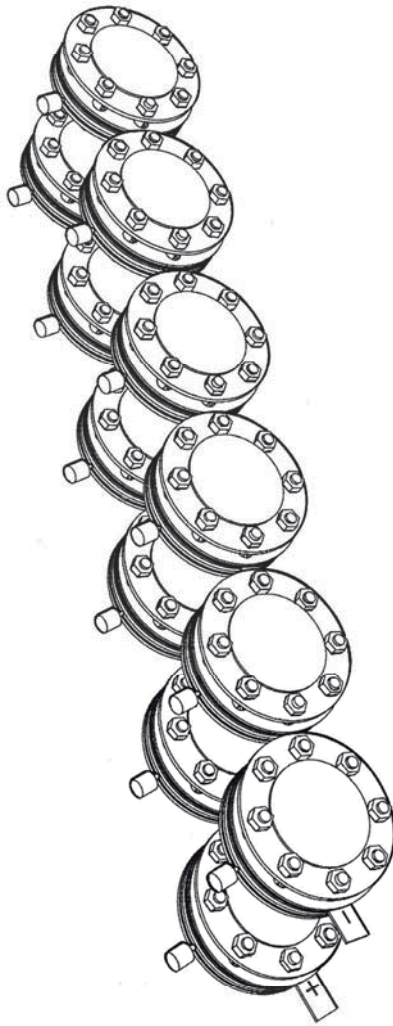


FIG.5

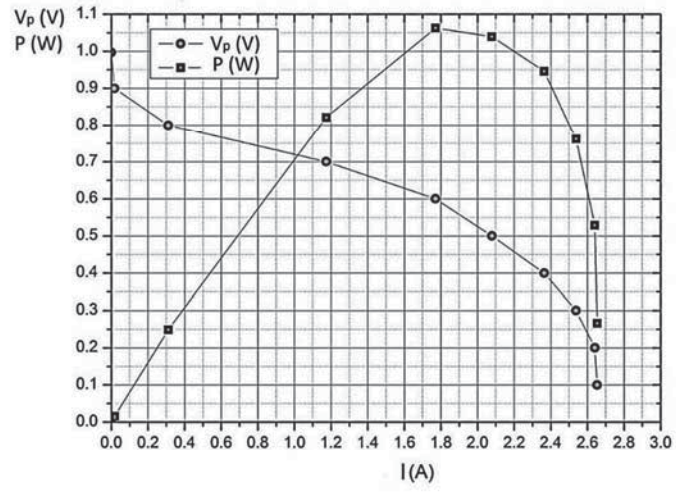


FIG. 6

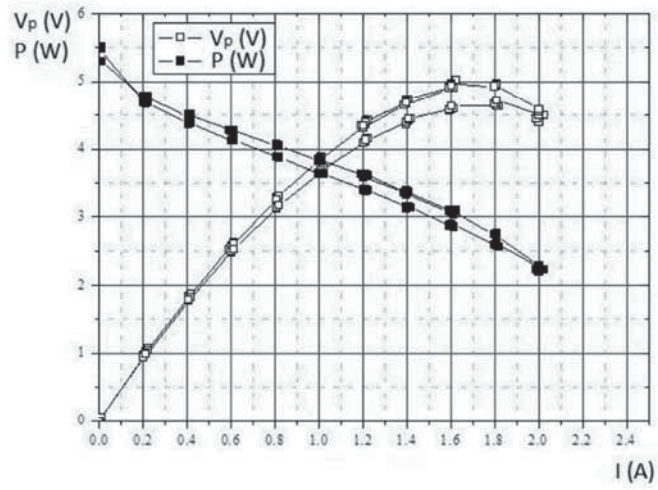


FIG. 7