

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 371 511**

51 Int. Cl.:  
**H01M 8/24** (2006.01)  
**H01M 8/10** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **08171620 .1**  
96 Fecha de presentación: **15.12.2008**  
97 Número de publicación de la solicitud: **2073299**  
97 Fecha de publicación de la solicitud: **24.06.2009**

54 Título: **PILA DE COMBUSTIBLE DE ENSAMBLAJE PLANO CON ESTANQUEIDAD SIMPLIFICADA.**

30 Prioridad:  
**17.12.2007 FR 0759896**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**04.01.2012**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**04.01.2012**

73 Titular/es:  
**COMMISSARIAT À L'ÉNERGIE ATOMIQUE ET  
AUX ÉNERGIES ALTERNATIVES  
BÂTIMENT D "LE PONANT" 25, RUE LEBLANC  
75015 PARIS, FR**

72 Inventor/es:  
**Poirot-Crouvezier, Jean-Philippe;  
Manicardi, Philippe;  
Montaut, Audrey y  
Oriol, Jean**

74 Agente: **de Justo Bailey, Mario**

**ES 2 371 511 T3**

Aviso: En el plazo de nueve meses a contar desde la fecha de publicación en el Boletín europeo de patentes, de la mención de concesión de la patente europea, cualquier persona podrá oponerse ante la Oficina Europea de Patentes a la patente concedida. La oposición deberá formularse por escrito y estar motivada; sólo se considerará como formulada una vez que se haya realizado el pago de la tasa de oposición (art. 99.1 del Convenio sobre concesión de Patentes Europeas).

**DESCRIPCIÓN**

Pila de combustible de ensamblaje plano con estanqueidad simplificada

**5 Campo técnico y técnica anterior**

La presente invención se refiere principalmente a una pila de combustible plana, y más particularmente a las pilas de combustible que funcionan a baja temperatura y que utilizan una membrana como electrolito.

10 Existen dos tipos de realización de pila de combustible:

Las pilas de combustible de acuerdo con el primer tipo están constituidas por un apilamiento de células elementales.

15 Una célula elemental comprende un electrolito y dos electrodos a ambos lados, un electrodo desempeña la función de ánodo, donde se produce una reacción de oxidación, y el otro electrodo desempeña la función de cátodo, donde se produce una reacción de reducción.

20 En el caso de un apilamiento de células, entre el cátodo de una célula y el ánodo de la siguiente célula, se intercalan conductores electrónicos de tipo placa bipolar.

Además, se proporcionan medios de suministro continuo de reactivos al nivel del ánodo y del cátodo.

25 En este primer tipo de pila, debe proporcionarse una estanqueidad lateral y una estanqueidad a nivel de los extremos del apilamiento. Estas estanqueidades se obtienen particularmente, aplicando una fuerza de sujeción permanente en el sentido del apilamiento por un sistema de tornillo - tuerca. Además, es necesario proporcionar un suministro de reactivos individual para cada ánodo y cada cátodo.

30 Las pilas de combustible del segundo tipo son planas, se describen ejemplos de este tipo de pilas en los documentos FR 1.452.564 y US 5.925.477.

35 Estas pilas comprenden una pluralidad de células elementales parcialmente solapadas y conectadas eléctricamente. Estas células elementales forman una "capa de células", en las que un lado está recubierto de cátodos y el otro lado está recubierto de ánodos. El suministro de reactivos se simplifica por tanto ya que basta un conducto para llevar el reactivo al nivel de la cara formada por ánodos y un conducto para llevar el reactivo al nivel de la cara formada por cátodos.

40 El principal problema en la fabricación de una pila de este tipo, es la realización de la estanqueidad a los reactivos, particularmente a los gases, como por ejemplo, el oxígeno y el hidrógeno, en el caso de una pila de hidrógeno. La estanqueidad se obtiene a través de numerosas soldaduras y sujeciones, como en las pilas del tipo apilamiento de células elementales.

Una pila de este tipo comprende por tanto, dos placas a ambos lados de la célula, juntas entre las caras de la célula y las placas, y medios de sujeción, de tipo tornillo - tuerca uniendo las dos placas.

45 Este segundo tipo de pila presenta la ventaja de ofrecer un volumen y una masa reducidos con respecto al apilamiento de células elementales, debido a la supresión de las placas bipolares. No obstante, dado que las placas requieren un grosor y una anchura mayores para permitir este ensamblaje mediante el sistema tornillo - tuerca, este tipo de pilas sólo puede usarse para aplicaciones que requieran bajas potencias, puesto que no es fácil asociar de esa manera, sobre un mismo plano, varias decenas de células elementales.

50 Además, este segundo tipo de pila ofrece peores prestaciones con respecto al primer tipo de pilas, particularmente debido a la conexión de solapamiento entre las células elementales.

55 Por último, la sustitución de una de las células no es fácil, puesto que hay que romper la estanqueidad de todas las células y separar mecánicamente dos células. El documento US 2003/198853 también describe una pila del segundo tipo, en la que el acceso a una célula obliga a romper la estanqueidad de todas las células.

60 El documento US 2003/198853 describe una pila de combustible, insertada en una carcasa, que comprende una serie de células yuxtapuestas en un plano. La carcasa está abierta al aire libre. La pila comprende dos planos de células y posee entre estos dos planos un espacio que permite el abastecimiento de combustible.

Por consiguiente, es un objeto de la presente invención ofrecer una pila de combustible plana, de estructura compacta y fácil de fabricar.

65 Es también un objeto de la presente invención ofrecer una pila de combustible plana cuya estructura se adapte para ofrecer una potencia suficiente.

**Exposición de la invención**

5 Los objetos anteriormente indicados se consiguen mediante una pila plana que comprende al menos una célula elemental montada en una carcasa y medios que cooperan directamente con la carcasa para comprimir una junta interpuesta entre la carcasa y la célula.

10 En otros términos, la compresión de la junta se obtiene por la cooperación de una parte macho y una parte hembra, incluidas en la cubierta y la carcasa sin necesidad de ningún otro elemento adicional.

El montaje es por lo tanto más sencillo. Por otro lado, en el caso en el que la pila plana comprenda varias células, es fácil intervenir individualmente sobre cada célula sin deteriorar las demás células.

15 La masa y el volumen son reducidos, puesto que las piezas que intervienen en la estanqueidad pueden ser menos rígidas y menos voluminosas, la cantidad de material puede, por lo tanto, reducirse. El precio de coste también disminuye.

20 Adicionalmente, la pila plana de acuerdo con la presente invención, puede ofrecer una potencia considerable, puesto que el número de células elementales asociadas puede ser muy grande.

25 La pila de combustible plana, de acuerdo con la presente invención, comprende al menos una célula elemental, un soporte de dicha célula que ofrece una superficie de apoyo a una periferia de la célula elemental, medios de estanqueidad interpuestos entre la periferia de la célula y la superficie del soporte, y un elemento de compresión que se apoya sobre la periferia de la célula en el lado opuesto al de los medios de estanqueidad y que coopera directamente con el soporte para garantizar una compresión de los medios de estanqueidad.

Se entiende por cooperación directa entre el soporte y el elemento de compresión, una interacción directa por contacto entre un elemento que forma parte del elemento de compresión y un elemento que forma parte del soporte.

30 Por lo tanto, la presente invención tiene principalmente por objeto una pila de combustible plana que comprende al menos dos células elementales yuxtapuestas en un plano, una carcasa provista con soportes para cada célula elemental, ofreciendo cada soporte una superficie de apoyo a una periferia de una célula elemental, comprendiendo también dicha pila medios de estanqueidad interpuestos entre la periferia de cada célula y la superficie de su soporte, y un elemento de compresión, asociado a cada soporte, que se apoya sobre la periferia de la célula en el  
35 lado opuesto al de los medios de estanqueidad y que coopera directamente con el soporte para garantizar una compresión de los medios de estanqueidad delimitando dicha carcasa una cámara de alimentación de reactivos, contactando un primer electrodo de cada una de las células elementales con el volumen interior de la cámara de alimentación, orientándose un segundo electrodo de cada célula elemental hacia el exterior de la carcasa, garantizando dicha compresión de los medios de estanqueidad la estanqueidad de la cámara de alimentación, con  
40 respecto al exterior de la carcasa.

En el ejemplo de realización, cada elemento de compresión coopera con dicho soporte asociado mediante bordes amordazados.

45 Cada elemento de compresión puede penetrar en el interior de dicho soporte asociado, comprendiendo dicho soporte un reborde que forma la superficie de apoyo sobre la se apoya la periferia de la célula elemental y un saliente, y comprendiendo el elemento de compresión una escotadura que recibe el saliente.

50 En una variante de realización, cada soporte penetra en el interior de dicho elemento de compresión asociado, apoyándose los medios de estanqueidad sobre un extremo axial del soporte que forma la superficie de apoyo, comprendiendo dicho soporte una escotadura y comprendiendo dicho elemento de compresión un reborde que se aplica sobre los medios de estanqueidad y al menos un saliente que penetra en la escotadura. El saliente es por ejemplo, una nervadura anular y la escotadura una ranura anular.

55 En otro ejemplo de realización, cada célula elemental puede tener forma circular, presentando cada soporte una sección transversal circular y presentando también cada elemento de compresión una sección transversal circular, cooperando cada elemento de compresión con el soporte asociado por atornillado.

60 Cada elemento de compresión puede entonces penetrar en el interior de dicho soporte asociado, comprendiendo dicho soporte asociado un reborde que forma la superficie de apoyo sobre la cual se apoya la periferia de la célula elemental y un paso de rosca, y comprendiendo el elemento de compresión un paso de rosca que coopera con el paso de rosca del soporte.

65 En una variante de realización, cada soporte penetra en el interior de dicho elemento de compresión asociado, apoyándose los medios de estanqueidad sobre un extremo axial del soporte que forma la superficie de apoyo, comprendiendo el soporte un paso de rosca, y comprendiendo el elemento de compresión un reborde que se aplica

sobre los medios de estanqueidad y un paso de rosca que coopera con el paso de rosca del soporte.

Los pasos de rosca están formados, por ejemplo, por insertos.

- 5 La periferia de la célula elemental dispuesta entre los medios de estanqueidad y el medio de compresión es, ventajosamente, una periferia de un electrolito en forma de membrana.

Cada elemento de compresión puede comprender una base para formar una cubierta.

- 10 En un ejemplo de realización, dicha base puede comprender orificios para el suministro de reactivos al segundo electrodo.

La pila de combustible puede comprender conductores eléctricos en forma de rejilla que recubre los electrodos de cada célula elemental y conectados a un circuito eléctrico por conectores eléctricos.

- 15 Las células elementales pueden conectarse eléctricamente en serie.

Se prevé que las células elementales tengan distintos tamaños y estén conectadas en paralelo.

- 20 En un modo de realización, la pila comprende al menos dos primeras células elementales yuxtapuestas en un primer plano, al menos dos segundas células elementales yuxtapuestas en un segundo plano, disponiéndose cada célula elemental entre las primeras células elementales frente a una segunda célula elemental, y un medio elástico montado en compresión apoyado contra dichas células elementales.

- 25 La pila puede comprender una fuente de hidrógeno conectada a la cámara de alimentación, formando ánodos los primeros electrodos y formando cátodos los segundos electrodos, atravesando el oxígeno procedente del aire ambiente los orificios de las tapas.

### Breve descripción de los dibujos

- 30 La presente invención se comprenderá mejor a continuación con la ayuda de la descripción y los dibujos adjuntos en los que:

- 35 - la figura 1 es una vista en sección longitudinal de una pila, de acuerdo con la presente invención, representada de manera esquemática,

- la figura 2A es una vista detallada de la figura 1 en un primer ejemplo de realización,

- 40 - la figura 2B es una vista detallada de la figura 1 en un segundo ejemplo de realización,

- las figuras 3A y 3B son vistas detalladas de dos ejemplos de un segundo modo de realización de una pila de acuerdo con la presente invención,

- 45 - la figura 4 es una vista en sección de una variante de realización de una pila de acuerdo con la presente invención,

- la figura 5 es una vista superior de una pila, de acuerdo con la presente invención, con una mayor densidad de células elementales.

### Exposición detallada de modos de realización particulares

- 50 En la figura 1, puede observarse un primer modo de realización de una pila, de acuerdo con la presente invención, que comprende una carcasa 2 y dos células elementales 4.

- 55 Una célula elemental 4 comprende, generalmente, un electrolito 4.1, por ejemplo en forma de membrana y electrodos 4.2, 4.3 fijados sobre el electrolito 4.1, a ambos lados del mismo.

La pila, de acuerdo con la presente invención, comprende una pluralidad de células dispuestas según un plano de montaje. Las células están yuxtapuestas en un mismo plano.

- 60 En el ejemplo representado, la pila comprende dos células elementales 4, si bien se entiende que una pila que comprenda más de dos células elementales 4 no se excluye del ámbito de la presente invención.

La carcasa 2 comprende una cámara de alimentación 6 delimitada a nivel de su parte superior por una pared 7 provista, sobre su cara exterior, de compartimentos 8 para recibir las células elementales 4.

- 65 De acuerdo con la presente invención, cada célula elemental 4 se recibe en un compartimento individual de eje

longitudinal X1.

En la pared 7, se realiza un orificio 9 a la derecha de cada compartimento 8.

- 5 Las células contempladas presentan forma circular, cuando las células presenten otra forma se indicará en la siguiente descripción.

Cada uno de los compartimentos 8 están formados por un soporte tubular 10 y un reborde 12 anular realizado sobre la cara interna del soporte tubular 10. Los soportes tubulares sobresalen de la cara exterior de la pared 7.

- 10 Las células se apoyan, al nivel de su periferia radialmente exterior 14, sobre el reborde 12. De esta manera las células están suspendidas, con un electrodo 4.2 orientado hacia el lado de la cámara de alimentación 6 y un electrodo 4.3 hacia el exterior de la carcasa.

- 15 Por tanto la célula elemental 4 divide los compartimentos 8 en una cámara 20 para el electrodo 4.2 y en una cámara 22 para el electrodo 4.3.

- 20 En el ejemplo representado, el electrolito 4.1 presenta un diámetro mayor que el de los electrodos 4.2 y 4.3. De esta manera la célula elemental está suspendida a través de la periferia radialmente exterior del electrolito 4.1. Sin embargo, es posible prever que el electrolito 4.1 y el electrodo 4.3, es decir el electrodo situado al otro lado de la junta con respecto a la zona que se alimenta con hidrógeno, tengan el mismo diámetro.

- 25 De acuerdo con la presente invención, se prevé garantizar individualmente la estanqueidad a nivel de cada célula elemental, en vez de realizar una estanqueidad única para el conjunto de las células elementales.

- Para cada compartimento 8 también se proporciona una tapa 16 que recubre la célula y que coopera con el soporte tubular 10.

- 30 Cada compartimento 8 comprende medios de estanqueidad 18 para aislar de manera hermética, entre sí, a los gases, la cámara 20 y la cámara 11.

- 35 En el ejemplo representado, los medios de estanqueidad 18 representados, se forman por una junta plana interpuesta entre el reborde 12 y la periferia radialmente exterior del electrolito 4.1. Pero también podría proporcionarse una junta tórica, una junta de labio o cualquier otro tipo de junta.

- De acuerdo con la presente invención, la estanqueidad se garantiza por compresión de una junta plana, obteniéndose esta compresión por cooperación entre la tapa 16 y el compartimento 8, más particularmente entre la tapa 16 y el soporte tubular 10. Una sola junta es suficiente y ésta no sufre ningún rozamiento con la tapa.

- 40 En la figura 2A, puede observarse un ejemplo de realización de esta cooperación. La unión de la tapa 16 sobre el soporte tubular 10 se obtiene mediante bordes amordazados. Para ello, la superficie interior del soporte tubular 10 comprende un saliente 24 radialmente anular hacia el interior; y la tapa, formada por una base 16.1 y una pared 16.2 cilíndrica de diámetro exterior prácticamente igual al diámetro interior del soporte tubular 10, comprende una ranura anular 26 que recibe el saliente anular 24.

- 45 La ranura 26 se sitúa a cierta distancia del extremo axial de la pared cilíndrica 16.2, de forma que cuando el saliente 24 se coloca en de la ranura 26, la junta plana 18 se comprime, garantizando la estanqueidad entre el electrolito y el reborde.

- 50 El saliente anular 24 comprende ventajosamente, hacia el lado del extremo abierto del compartimento 8, una cara inclinada en dirección del eje X del compartimento que facilita la colocación de la tapa 16.

- 55 La tapa se fabrica con un material de tal manera que, cuando se coloca, se deforma elásticamente y ofrece una suficiente rigidez para garantizar la compresión permanente de la junta 18. El material seleccionado para la tapa puede pertenecer, por ejemplo, a la familia de los polipropilenos, de los polibutilenos, o a la de los polietilenos.

La ranura 26 comprende un perfil que se corresponde con el perfil del saliente anular 24.

- 60 En el ejemplo representado, la base 16.1 de la tapa 16 comprende orificios 28 para el suministro de gases.

- 65 En la figura 2B, puede observarse otro ejemplo de realización de la cooperación entre la tapa 16 y el compartimento 8. En este ejemplo, la tapa 16 y el compartimento 8 cooperan por atornillamiento. Para ello, la cara exterior de la pared cilíndrica 16.2 comprende un paso de rosca 30 y la cara interior del soporte tubular 10 también comprende un paso de rosca 31 correspondiente. El atornillamiento de la tapa en el soporte tubular 10 provoca la compresión de la junta 18.

En las figuras 3A y 3B, puede observarse un segundo modo de realización de una pila, de acuerdo con la presente invención, en el que la cooperación entre la tapa y el soporte tubular se efectúa por el exterior, recubriendo la tapa el soporte tubular.

5 Para ello, la célula elemental 4, en particular el electrolito 4.1 en el ejemplo representado, se apoya sobre el extremo libre del soporte tubular 10', en lugar de sobre un reborde, por lo que se simplifica la producción del compartimento 8.

10 En cambio, la tapa 16' comprende una parte de mayor diámetro interior y una parte de menor diámetro interior que delimitan, de esta manera, un reborde 32 que se apoya sobre la periferia radialmente exterior del electrolito 4.1. Se proporciona una ranura 26' en la cara exterior del soporte tubular 10' y se proporciona una nervadura anular 24' que sobresale de la cara interior de la pared de la tapa 16'.

15 La nervadura 24' comprende una cara transversal inclinada 24.1', en dirección al eje longitudinal X2 de la pared cilíndrica 16 para facilitar la inserción de la tapa y una cara ortogonal 24.2' al eje X2 que forma un medio de contención.

20 La distancia entre el reborde 32 y la cara transversal 24.2' es tal que el reborde 32 comprime eficazmente la junta 18.

En la figura 3B, la tapa también comprende un reborde 32; sobre la cara exterior de la carcasa 10 se realiza un paso de rosca 31' y en la cara interior de la tapa 16 se proporciona un paso de rosca 30'

También se selecciona la longitud de los pasos de rosca para garantizar la compresión de la junta 18.

25 También podría invertirse la ranura y la nervadura que sobresale, por ejemplo en la figura 2A, el saliente podría realizarse en la tapa y la ranura en el soporte tubular.

Las células elementales se conectan en serie, de acuerdo con el esquema de la figura 4.

30 Para ello, se proporcionan conductores electrónicos 38 que recubren los electrodos y dejan pasar los reactivos para que éstos puedan ponerse en contacto con los electrodos. Estos conductores electrónicos están formados, por ejemplo, por rejillas u hojas perforadas. Las rejillas comprenden por tanto orificios 40.

35 Ventajosamente, estos conductores se fabrican a partir de material metálico.

Se puede prever que la rejilla 38 dispuesta sobre el electrodo 4.2, es decir, en la cámara de alimentación 8, se apoye sobre el reborde o sobre el extremo del soporte. Se pueden considerar, claro está, otros tipos de sujeción.

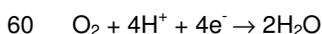
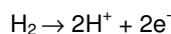
40 Ventajosamente, la rejilla 38 del lado del electrodo 4.3 se mantiene sujeta entre el electrodo 4.3 y la tapa 16. En ese caso, los orificios 28 de la tapa 16 y los orificios 40 de las placas colectoras 38 están alineados de manera ventajosa.

45 Las células se conectan entre sí mediante conexiones eléctricas 34, en el ejemplo representado, un conector une el electrodo 4.3 de una célula elemental con un electrodo 4.2 de la siguiente célula elemental, formando una el ánodo y la otra el cátodo, las conexiones 36 conectan, por lo tanto, los conductores electrónicos 38 entre sí. Las conexiones eléctricas 36 conectan las células a un circuito eléctrico exterior.

50 Los conectores 34 y 36 se encaminan entre las células elementales para reducir la complejidad de las estanquidades a realizar.

Por ejemplo, la cámara de alimentación 6 se conecta a una fuente de hidrógeno gaseoso (no representada), formando los electrodos 4.2 ánodos, y formando los electrodos 4.3 cátodos, la cámara 20 se alimenta del oxígeno que entra a través de los orificios 28 proporcionados en la tapa.

55 Las siguientes reacciones se producen en el ánodo y en el cátodo respectivamente:



65 El oxígeno puede suministrarse directamente del aire ambiente, de esta manera los orificios de la tapa pueden estar directamente en contacto con el ambiente exterior. En ese caso, la tapa desempeña la función de proteger al cátodo, y no es necesaria ninguna estanqueidad entre la tapa y la célula. Se podría entonces sustituir la tapa por un simple casquillo anular que cooperase con la carcasa y una tapa de protección común para todas las células, que no garantizase ninguna función en cuanto a la estanqueidad. En los casos en los que el cátodo no corra riesgo de sufrir

daños, es posible prescindir de la tapa.

5 La presente invención permite aplicar de manera sencilla, una fuerza prácticamente continua sobre toda la periferia de la célula elemental para garantizar la estanqueidad a los gases, entre la cámara anódica y la cámara catódica, lo que permite reducir la masa y el volumen de una pila con respecto a una pila del estado de la técnica anterior, en la que se utiliza una pluralidad de tornillos para aplicar una fuerza de sujeción sobre toda la periferia de la pila. La tapa, de acuerdo con la invención, puede fabricarse con una anchura y grosor inferiores a los de las placas requeridas en las pilas planas del estado de la técnica anterior.

10 En el caso de una cooperación mediante bordes amordazados, puede considerarse el realizar células elementales que tengan cualquier forma, y no únicamente circular.

15 Además en los ejemplos descritos, el ajuste mediante bordes amordazados se realiza mediante una corona anular que penetra en una ranura anular, aunque también pueden proporcionarse dedos que penetren en una ranura anular común, o que penetren individualmente en compartimentos individuales.

En el caso de una cooperación por atornillado, también podrían considerarse medios de unión de tipo bayoneta.

20 La carcasa, se fabrica, por ejemplo, a partir de material polimérico, para garantizar un refuerzo mecánico, pueden proporcionarse insertos, particularmente pasos de rosca.

La carcasa puede realizarse de una sola pieza o a partir de varios elementos pegados o soldados en caliente, evitando recurrir a juntas de estanqueidad.

25 En la figura 4, puede observarse una variante de realización de una pila de acuerdo con la presente invención, que comprende células elementales en una pared inferior y en una pared superior, bordeando las células elementales (4) la cámara de alimentación por su base y su techo. Unas células se yuxtaponen en un primer plano, y otras células se yuxtaponen en un segundo plano.

30 De manera ventajosa, se disponen células elementales por pares, la una frente a la otra, de esta manera, las rejillas de recogida 38 de cada electrodo, dispuestas en la cámara de alimentación, pueden apoyarse una contra la otra, proporcionando un aislante eléctrico entre ellas.

35 Tal y como se representa, también puede interponerse un resorte 42 montado en compresión entre las dos células enfrentadas. El resorte se mantiene comprimido gracias a la cooperación de las tapas con las carcasas. En el caso en el que el resorte esté fabricado con un material que sea un conductor eléctrico también pueden proporcionarse medios de aislamiento eléctrico (no representados) entre los dos cátodos.

40 En el caso del modo de realización de la figura 1, podría considerarse este tipo de sujeción para la rejilla 38.

45 En la figura 5, puede observarse un ejemplo de distribución de células 104 de forma circular sobre un soporte rectangular. Puede preverse, con objeto de maximizar la densidad de células, realizar varias subcélulas circulares conectadas en paralelo en vez de una, para aprovechar mejor la superficie disponible. En el ejemplo representado, se ha realizado una pluralidad de pares de subcélulas.

Este montaje en paralelo permite realizar células de igual superficie, y conservar, por lo tanto, la misma densidad de corriente (en A/cm<sup>2</sup>) en todas las células.

50 La presente invención también presenta la ventaja de ser fácilmente desmontable y de poder acceder individualmente a cada célula para poder reparar una si fuera necesario.

También es posible, gracias a la presente invención, realizar la estanqueidad sobre la periferia de una capa de células de una pila del estado de la técnica.

## REIVINDICACIONES

1. Pila de combustible plana que comprende al menos dos células elementales (4) yuxtapuestas en un plano, una carcasa provista de soportes (10, 10') para cada célula elemental (4), ofreciendo cada soporte (10, 10') una superficie de apoyo a una periferia de una célula elemental (4), comprendiendo también dicha pila medios de estanqueidad (18) interpuestos entre la periferia de cada célula (4) y la superficie de su soporte (10, 10'), y un elemento de compresión (16, 16'), asociado a cada soporte, que se apoya sobre la periferia de la célula (4) en el lado opuesto al de los medios de estanqueidad (18) y que coopera directamente con el soporte asociado (10, 10') para garantizar una compresión de los medios de estanqueidad (18), delimitando dicha carcasa una cámara de alimentación (6) de reactivos, contactando un primer electrodo (4.2) de cada una de las células elementales con el volumen interior de la cámara de alimentación, orientándose un segundo electrodo (4.3) de cada célula elemental hacia el exterior de la carcasa y siendo el primer y el segundo electrodo de polaridades opuestas, dicha compresión de medios de estanqueidad garantiza la estanqueidad de la cámara de alimentación con respecto al exterior de la carcasa.
2. Pila de combustible de acuerdo con la reivindicación 1, en la que cada elemento de compresión (16, 16') coopera con dicho soporte asociado (10, 10') mediante bordes amordazados.
3. Pila de combustible de acuerdo con la reivindicación 2, en la que cada elemento de compresión (16) penetra en el interior de dicho soporte asociado (10), comprendiendo dicho soporte (10) un reborde (12) que forma la superficie de apoyo sobre la que se apoya la periferia de la célula elemental (4) y un saliente (24), y comprendiendo el elemento de compresión (16) una escotadura (26) que recibe el saliente.
4. Pila de combustible de acuerdo con la reivindicación 2, en la que cada soporte (10') penetra en el interior de dicho elemento de compresión asociado (16'), apoyándose los medios de estanqueidad (18) sobre un extremo axial del soporte (10') que forma la superficie de apoyo, comprendiendo dicho soporte (10') una escotadura (26'), y comprendiendo dicho elemento de compresión (16') un reborde (32) que se aplica sobre los medios de estanqueidad (18) y al menos un saliente (24') que penetra en la escotadura (26').
5. Pila de combustible de acuerdo con la reivindicación 3 o 4, en la que el saliente (24, 24') es una nervadura anular y la escotadura (26, 26') es una ranura anular.
6. Pila de combustible de acuerdo con la reivindicación 1, en la que cada célula elemental (4) tiene una forma circular, cada soporte (10, 10') tiene una sección transversal circular y cada elemento de compresión (16, 16') tiene también una sección transversal circular, cooperando cada elemento de compresión (16, 16') con el soporte asociado (10, 10') por atornillado.
7. Pila de combustible de acuerdo con la reivindicación 6, en la que cada elemento de compresión (16) penetra en el interior de dicho soporte asociado (10), comprendiendo dicho soporte (10) un reborde (12) que forma la superficie de apoyo, sobre la que se apoya la periferia de la célula elemental (4) y un paso de rosca (31), y comprendiendo el elemento de compresión (16) un paso de rosca (31) que coopera con el paso de rosca (30) del soporte (10).
8. Pila de combustible de acuerdo con la reivindicación 6, en el que cada soporte (10') penetra en el interior de dicho elemento de compresión asociado (16'), apoyándose los medios de estanqueidad (18) sobre un extremo axial del soporte que forma la superficie de apoyo, comprendiendo el soporte (10') un paso de rosca (31'), y comprendiendo el elemento de compresión (16') un reborde (32) que se aplica sobre los medios de estanqueidad (18) y un paso de rosca (30') que coopera con el paso de rosca (31') del soporte (10').
9. Pila de combustible de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, en la que la periferia de la célula elemental (4) dispuesta entre los medios de estanqueidad (18) y el medio de compresión (16, 16') es una periferia de un electrolito (4.1) en forma de membrana.
10. Pila de combustible de acuerdo con una de las reivindicaciones 6 a 8, en la que los pasos de rosca (30, 31 30',31') están formados por insertos.
11. Pila de combustible de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 10, en la que cada elemento de compresión (16, 16') comprende una base (16.1) para formar una cubierta.
12. Pila de combustible de acuerdo con la reivindicación 11, en la que dicha base (16.1) comprende orificios (28) para suministrar reactivos al segundo electrodo (4.3).
13. Pila de combustible de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 12, que comprende conductores eléctricos (38) en forma de rejilla que recubren los electrodos de cada célula elemental (4) y conectados por conectores eléctricos (34, 36) a un circuito eléctrico.
14. Pila de combustible de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 13, en la que las células elementales (4)

están conectadas eléctricamente en serie.

15. Pila de combustible de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 14, en la que las células elementales (104) presentan distintos tamaños y están conectadas en paralelo.

5 16. Pila de combustible de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 15, que comprende al menos dos primeras células elementales yuxtapuestas en un primer plano, al menos dos segundas células elementales yuxtapuestas en un segundo plano, disponiéndose cada célula elemental entre las primeras células elementales frente a una segunda célula elemental, y un medio elástico (42) montado en compresión apoyado contra dichas células  
10 elementales (4).

17. Pila de combustible de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 16 en combinación con la reivindicación 12, que comprende una fuente de hidrógeno conectada a la cámara de alimentación (6), formando ánodos los primeros  
15 electrodos (4.2) y formando cátodos los segundos electrodos (4.3), atravesando el oxígeno procedente del aire ambiente los orificios de las cubiertas.

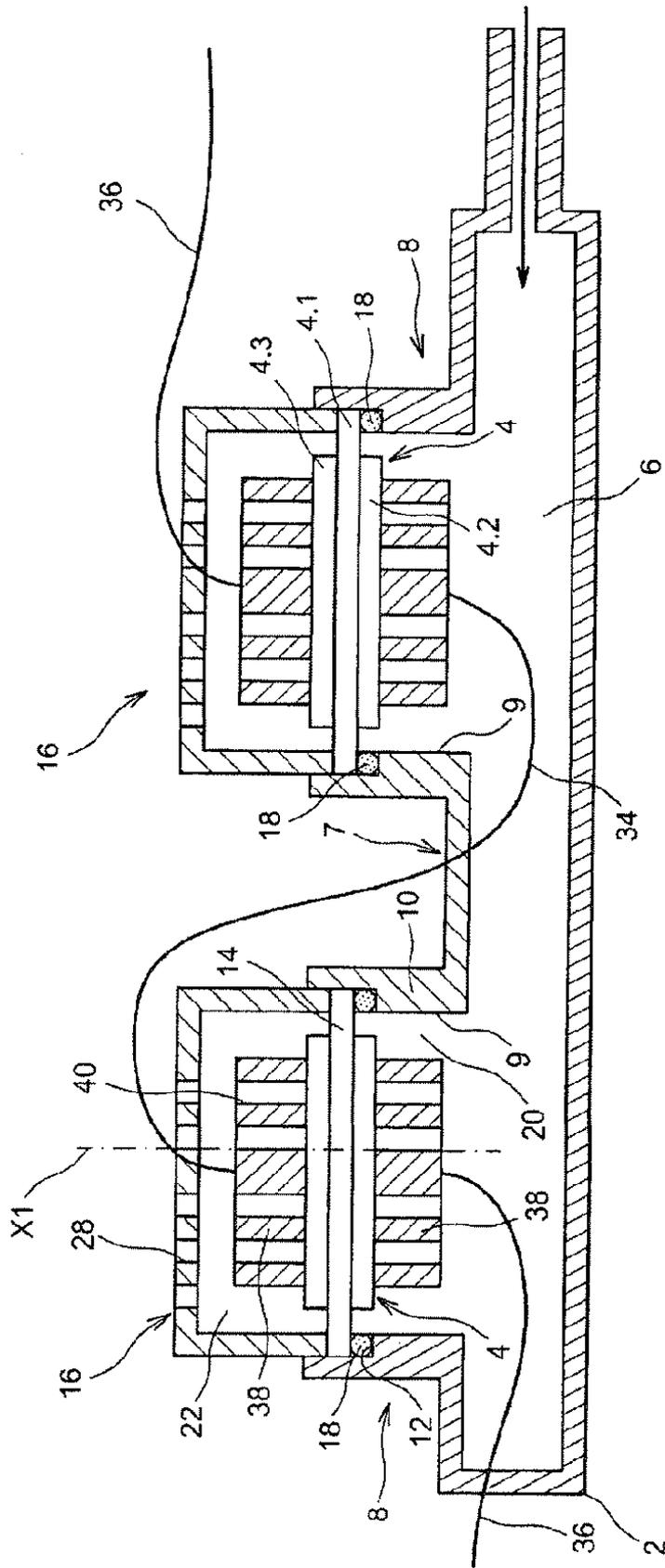


FIG. 1

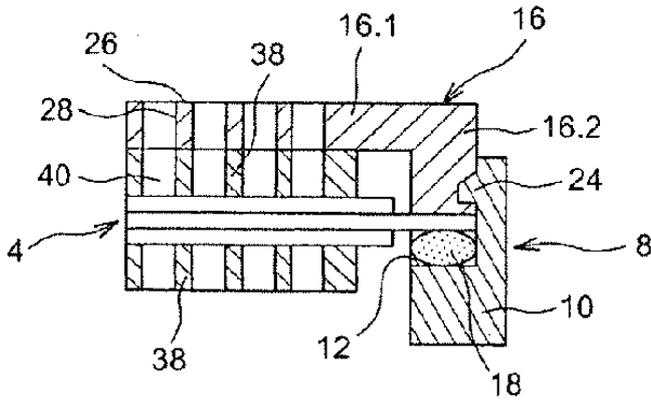


FIG. 2A

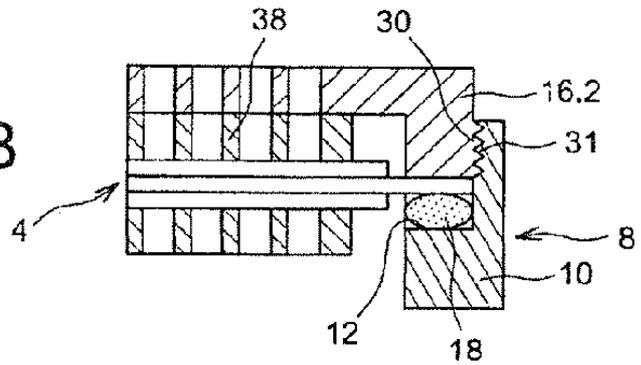


FIG. 2B

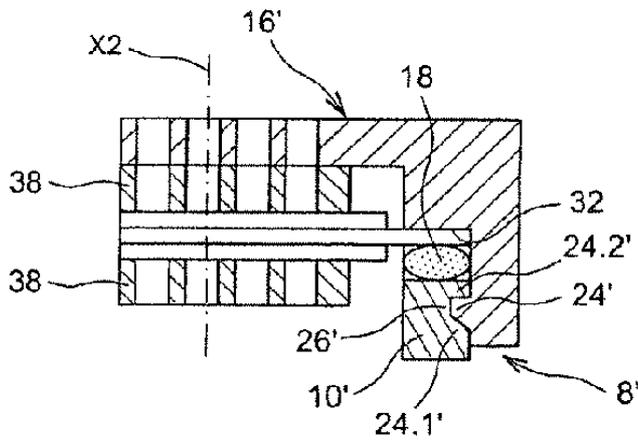


FIG. 3A

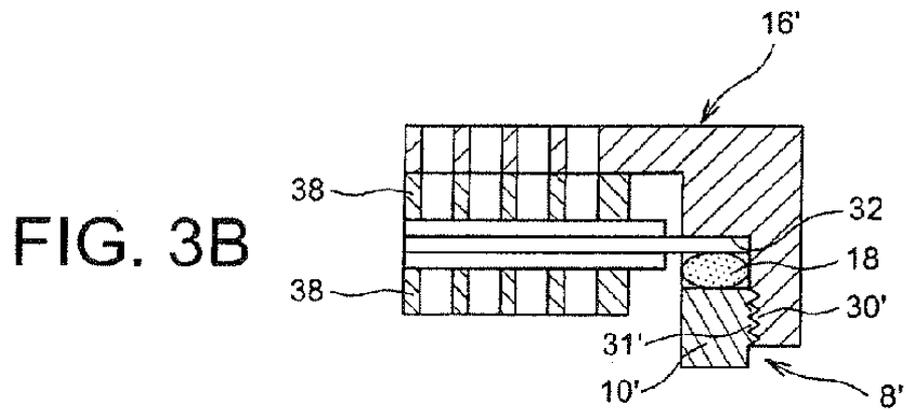


FIG. 3B

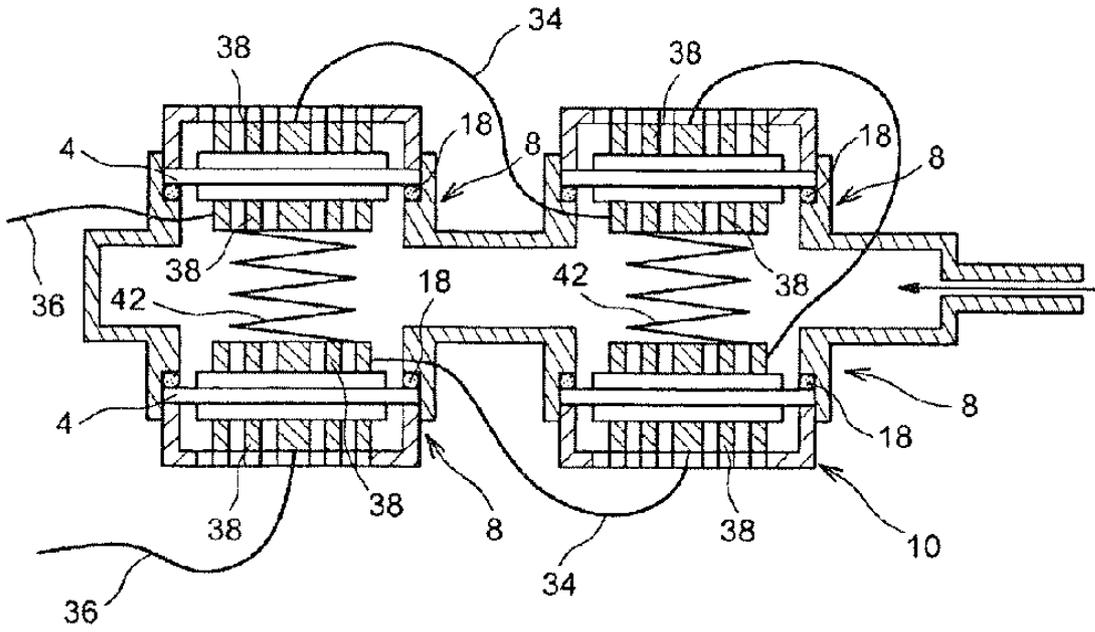


FIG. 4

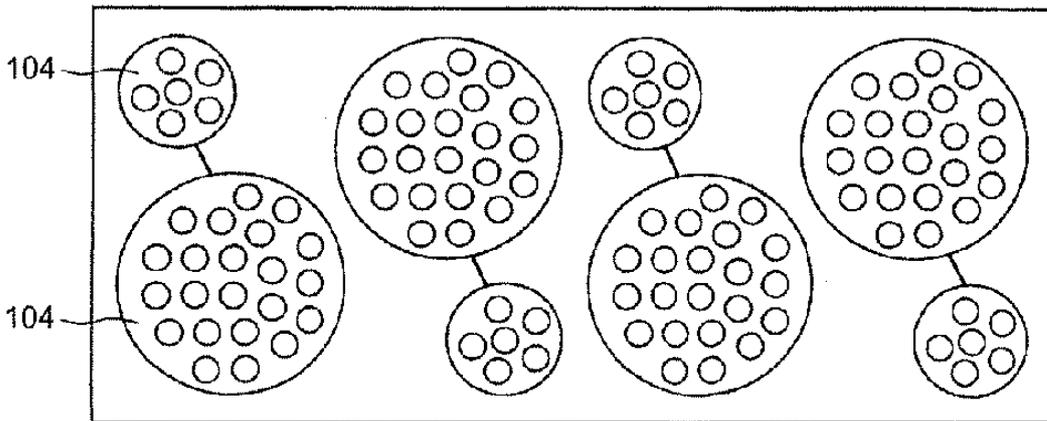


FIG. 5