

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 648 802**

51 Int. Cl.:

**H01M 8/0254** (2006.01)

**H01M 8/0297** (2006.01)

**H01M 8/0228** (2006.01)

**H01M 8/241** (2006.01)

**H01M 8/1018** (2006.01)

**H01M 8/124** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **09.07.2012 PCT/EP2012/063411**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.01.2013 WO13007692**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.07.2012 E 12733707 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.10.2017 EP 2729982**

54 Título: **Placa de pila de combustible y pila de combustible**

30 Prioridad:

**08.07.2011 FR 1156248**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:

**08.01.2018**

73 Titular/es:

**AREVA STOCKAGE D'ENERGIE (100.0%)  
Avenue Louis Philibert, Bât. Jules Verne,  
Domaine du Petit Arbois  
13547 Aix-en-Provence, FR**

72 Inventor/es:

**BEILLE, FLORENT;  
QUINTIERI, CHRISTIAN;  
VANNUCCI, DIDIER y  
LE FOL, FRÉDÉRIC**

74 Agente/Representante:

**SALVA FERRER, Joan**

ES 2 648 802 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**

Placa de pila de combustible y pila de combustible

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere al campo de las pilas de combustible y más específicamente a la realización de la estanqueidad entre los componentes apilados de una pila de combustible.
- [0002]** Una pila de combustible de membrana de intercambio de iones comprende un apilamiento de células electroquímicas elementales. Cada célula electroquímica comprende un conjunto membrana-electrodo ("EME")  
10 interpuesto entre dos placas separadoras.
- [0003]** El conjunto membrana-electrodo está estratificado y comprende una membrana de intercambio de iones interpuesta entre dos electrodos. Cada electrodo comprende una capa activa adyacente a la membrana y una capa de difusión de gases. Un electrodo forma el ánodo y el otro forma el cátodo.  
15
- [0004]** Cada placa separadora comprende estrechamientos dispuestos en su cara en contacto con el conjunto membrana-electrodo de forma que define entre la placa separadora y el conjunto membrana-electrodo conductos de circulación de un gas reactivo en contacto con el conjunto membrana-electrodo. Se prepara una estanqueidad entre las placas separadoras y el conjunto membrana-electrodo para garantizar la estanqueidad de los conductos de circulación de los gases reactivos.  
20
- [0005]** Opcionalmente, cada placa separadora está formada por el apilamiento de dos placas elementales que definen entre sí conductos de circulación de un fluido de enfriamiento. En este caso, se prepara una estanqueidad entre las dos placas elementales para garantizar la estanqueidad de los conductos de circulaciones del fluido de enfriamiento.  
25
- [0006]** El documento FR-2.899.386 describe una célula electroquímica en la que la estanqueidad entre un conjunto membrana-electrodo y las placas separadoras se establece mediante juntas reunidas en tirantes de separación.  
30
- [0007]** El documento FR-2.887.687 describe una célula electroquímica en la que la estanqueidad entre un conjunto membrana-electrodo y una placa separadora se establece mediante una junta serigrafiada.
- [0008]** El documento US-2009/0.325.036 describe una célula electroquímica en la que la estanqueidad entre dos placas elementales que forman una placa separadora se obtiene mediante la soldadura de las placas elementales.  
35
- [0009]** El documento EP-1.686.641 describe una pila de combustible que comprende una placa separadora que comprende una parte ondulada cuya parte superior está prevista para un contacto estanco con una membrana o un electrodo.  
40
- [0010]** Un objeto de la invención consiste en proponer una placa de pila de combustible que permita establecer una estanqueidad fiable que se obtenga de una manera sencilla y económica.
- 45 **[0011]** Para este fin, la invención propone una placa para pila de combustible formada por un apilamiento de placas y de conjuntos membrana-electrodo, caracterizada porque comprende al menos una superficie de estanqueidad estriada para un soporte estanco contra un conjunto membrana-electrodo u otra placa de pila de combustible.
- 50 **[0012]** Una superficie de estanqueidad estriada presenta estrías o surcos paralelos separados por líneas salientes.
- [0013]** Según otras formas de aplicación, la placa de pila de combustible comprende una o varias de las características siguientes, tomadas de forma aislada o según todas las combinaciones técnicamente posibles:  
55
- forma una placa elemental prevista para su apilamiento con otra placa elemental con el fin de formar una placa separadora de pila de combustible, y comprende al menos una superficie de estanqueidad estriada para un soporte estanco contra dicha otra placa elemental;
  - comprende una película de refuerzo depositada en la superficie de estanqueidad estriada;

- forma una placa separadora de pila de combustible prevista para definir con al menos un conjunto membrana-electrodo canales de circulación de fluidos entre la placa separadora y el conjunto membrana-electrodo;  
- comprende, en una o en las dos caras, al menos una superficie de estanqueidad estriada para un soporte estanco con un conjunto membrana-electrodo;

5 - es una placa bipolar o monopolar;

- está formada por dos placas elementales apiladas y en soporte estanco una contra otra por al menos un par de superficies de estanqueidad enfrentadas formada cada una por una placa elemental respectiva, siendo al menos una superficie de estanqueidad estriada; y

- comprende al menos un par de superficies de estanqueidad cuyas dos superficies de estanqueidad son estriadas;

10 - comprende una película de refuerzo interpuesta entre dos superficies de estanqueidad de un par de superficies de estanqueidad;

**[0014]** La invención se refiere asimismo a un pila de combustible que comprende un apilamiento de placas y de conjuntos membrana-electrodo, estando cada conjunto membrana-electrodo dispuesto entre dos placas que definen con el conjunto membrana-electrodo canales de circulación de un fluido entre cada una de las dos placas y el conjunto membrana-electrodo, comprendiendo cada placa en al menos una de sus caras una superficie de estanqueidad para un soporte estanco contra el conjunto membrana-electrodo u otra placa, caracterizada porque al menos una placa comprende una superficie de estanqueidad estriada.

20 **[0015]** Según otras formas de aplicación, la pila de combustible comprende una o varias de las características siguientes, tomadas de forma aislada o según todas las combinaciones técnicamente posibles:

- comprende una placa que comprende al menos una superficie de estanqueidad estriada para un soporte estanco contra un conjunto membrana-electrodo y una película de refuerzo entre la superficie de estanqueidad estriada y el conjunto membrana-electrodo;

25 conjunto membrana-electrodo;

- la película de refuerzo está interpuesta entre la superficie de estanqueidad estriada y el conjunto membrana-electrodo o depositada en la superficie de estanqueidad estriada y el conjunto membrana-electrodo;

- comprende una placa separadora formada por al menos dos placas elementales apiladas en soporte estanco una contra otra por al menos dos superficies de estanqueidades enfrentadas, siendo al menos una de dichas superficies de estanqueidad estriada; y

30 de estanqueidad estriada; y

- comprende una película de refuerzo interpuesta entre las dos superficies de estanqueidad enfrentadas de las dos placas elementales de la placa separadora.

**[0016]** La invención y sus ventajas se comprenderán mejor mediante la lectura de la descripción que se ofrece a continuación, proporcionada únicamente a modo de ejemplo, y hecha con referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

35 en los que:

- la figura 1 es una vista esquemática en sección transversal de una pila de combustible, de acuerdo con la invención;

40 - la figura 2 es una vista aumentada de la zona II de la figura 1;

- la figura 3 es una vista análoga a la de la figura 2 que ilustra una variante de realización;

- la figura 4 es una vista ampliada de la zona IV de la figura 1; y

- las figuras 5 y 6 son vistas análogas a la de la figura 4 que ilustran variantes de realización.

45 **[0017]** En referencia a la figura 1, la pila de combustible 2 comprende un apilamiento de placas separadoras 4 y de conjuntos membrana-electrodo 6 (EME) en alternancia. Dicho apilamiento se designa habitualmente por el término inglés "stack".

**[0018]** De forma conocida de por sí, el apilamiento se mantiene en compresión según la dirección de apilamiento E. El mantenimiento en compresión permite garantizar la estanqueidad entre las placas separadoras 4 y los conjuntos membrana-electrodo 6, y mantener los conjuntos membrana-electrodo 6 en compresión entre las placas separadoras 4.

**[0019]** Cada conjunto membrana-electrodo 6 está interpuesto entre dos placas separadoras 4. Cada conjunto formado por dos placas separadoras 4 dispuestas a una y otra parte de un conjunto membrana-electrodo 6 define una célula electroquímica 8 elemental de la pila de combustible 2.

**[0020]** En la figura 1 se ilustra una única célula electroquímica 8. Una pila de combustible comprende en la práctica una o varias células electroquímicas 8.

- 5 **[0021]** Cada conjunto membrana-electrodo 6 comprende en superposición una membrana 10 de intercambio de iones interpuesta entre dos electrodos 12, 14 dispuestos a una y otra parte de la membrana 10. Un electrodo 12 define un ánodo y el otro electrodo 14 define un cátodo.
- [0022]** La membrana 10 es en particular una membrana de intercambio de protones, y la pila de combustible del tipo PEM ("Proton Exchange Membrane").
- 10 **[0023]** Cada electrodo es conductor eléctricamente. Cada electrodo 12, 14 es de tipo bicapa y comprende una capa activa, respectivamente 18, 20, y una capa de difusión de gases, respectivamente 22, 24.
- [0024]** Las placas separadoras 4 garantizan la función de conducción eléctrica. Las placas separadoras 4 son eléctricamente conductoras y están en contacto eléctrico con los electrodos 12.
- 15 **[0025]** Las placas separadoras 4 garantizan la función de distribución de gases reactivos a una y otra parte del conjunto membrana-electrodo 6 y de evacuación de los productos resultante.
- [0026]** Las placas separadoras 4 ilustradas en la figura 1 son "bipolares": cada placa separadora 4 está dispuesta entre dos conjuntos membrana-electrodo 6 y en contacto por cada una de sus caras opuestas con un conjunto membrana-electrodo 6 respectivo. Una placa separadora se dice "monopolar" cuando posee una única cara en contacto con un conjunto membrana-electrodo. Dichas placas separadoras monopolares (no visibles) se encuentran en los extremos del apilamiento de la pila de combustible 2.
- 20 **[0027]** Cada placa separadora 4 está en contacto por una de sus caras con un electrodo 12 que forma el ánodo de un conjunto membrana-electrodo 6 y en contacto por la otra de sus caras con un electrodo 14 que forma el cátodo del otro conjunto membrana-electrodo 6.
- [0028]** Cada placa separadora 4 comprende un conjunto de estrechamientos dispuestos en cada una de sus caras en contacto con un conjunto membrana-electrodo 6 entre la placa separadora 4 y este conjunto membrana-electrodo 6 de los conductos de alimentación 26, 28 para la circulación de gases reactivos a lo largo de una cara del conjunto membrana-electrodo 6, en contacto con un electrodo 12, 14 del conjunto membrana-electrodo 6.
- 30 **[0029]** De forma conocida de por sí, los conductos de alimentación anódica 26 de las diferentes células electroquímicas 8 de una pila de combustible 2 están unidos de manera fluida entre sí para la alimentación de combustible y la evacuación de los fluidos producidos. Los conductos de alimentación catódica 28 de las diferentes células electroquímicas 8 de una pila de combustible 2 están unidos de manera fluida entre sí para la alimentación de comburente y la evacuación de los fluidos producidos.
- 35 **[0030]** Los conductos de alimentación anódica 26 son alimentados con combustible, por ejemplo hidrógeno, y son alimentados con comburente, por ejemplo oxígeno o aire.
- [0031]** En funcionamiento, los conductos de alimentación anódica 26 definidos a lo largo de los electrodos 12 que forman el ánodo están alimentados con combustible, por ejemplo hidrógeno, y los conductos de alimentación catódica 28 definidos a lo largo de los electrodos 14 que forman el cátodo son alimentados con comburente, por ejemplo oxígeno o aire. En cada célula electroquímica 8, el hidrógeno experimenta en contacto con el electrodo 12 que forma el ánodo una oxidación catalítica que libera protones y electrones.
- 45 **[0032]** Los electrones circulan en un circuito eléctrico externo. Los protones atraviesan el conjunto membrana-electrodo 6 y se recombinan con oxígeno y los electrones suministrados por el electrodo 14 que forma el cátodo produciendo agua en el compartimento catódico. Aparece una diferencia de potencial eléctrico entre las placas separadoras 4 a una y otra parte de cada conjunto membrana-electrodo 6. El apilamiento de células electroquímicas 8 permite adaptar los valores de tensión y de corriente deseados.
- 50 **[0033]** Para garantizar la estanqueidad de los conductos de alimentación 26, 28 con respecto al exterior, cada placa separadora 4 se encuentra en soporte estanco contra un conjunto membrana-electrodo 6 por medio de superficies de estanqueidad 30 placa/EME.
- [0034]** La membrana 10 de cada conjunto membrana-electrodo 6 presenta una región marginal 31 liberada no recubierta por los electrodos 12, 14 y cada placa separadora 4 se encuentra en soporte estanco contra la región

marginal 31 de la membrana 10.

- [0035]** Tal como se representa en la figura 2, las superficies de estanqueidad 30 son estriadas. Cada superficie de estanqueidad 30 presenta así líneas salientes 32 que definen entre sí surcos o estrías 34 paralelos. La región marginal 31 de la membrana 10 está sujeta entre las superficies de estanqueidad estriadas 30 y dos placas separadoras 4.
- [0036]** Bajo el efecto del mantenimiento en compresión del apilamiento de la pila de combustible 2, las líneas salientes 32 de las superficies de estanqueidad 30 estriadas penetran en la membrana 10. Como consecuencia las superficies de estanqueidad 30 garantizan un cierre estanco suficiente entre cada placa separadora 4 y la membrana 10, sin que sea necesario prever medios de estanqueidad suplementarios.
- [0037]** En una variante ilustrada en la figura 3, se dispone una película de refuerzo 36 entre cada superficie de estanqueidad 30 estriada y la membrana 10.
- [0038]** La película de refuerzo 36 está destinada a evitar un deterioro de las líneas salientes 32 y/o de la membrana 10.
- [0039]** La película de refuerzo 36 es una película flexible adecuada para conformarse con las líneas salientes 32, separada de la placa separadora 4 y de la membrana 10 y dispuesta entre la superficie de estanqueidad estriada 30 y la membrana 10 durante la colocación del apilamiento. Como variante, la película de refuerzo 36 se prepara mediante depósito en la superficie de estanqueidad 30 o la membrana 10.
- [0040]** La película de refuerzo 36 está hecha por ejemplo de politetrafluoroetileno (PTFE).
- [0041]** Ventajosamente, las placas separadoras 4 garantizan la función de enfriamiento de la pila de combustible.
- [0042]** Para este fin, tal como se representa en la figura 1, cada placa separadora 4 se prepara en forma de una "bipalca": está formada por el apilamiento de dos placas elementales 40.
- [0043]** Cada conjunto membrana-electrodo 6 está interpuesto entre dos placas elementales 40 de dos placas separadoras 4 diferentes. Cada placa elemental 40 se apila con un conjunto membrana-electrodo 6 definiendo con éste canales de circulación anódicos 26 o canales de circulación catódicos 28.
- [0044]** Las placas elementales 40 son eléctricamente conductoras. Las placas elementales 40 asociadas que forman una placa separadora 4 están unidas eléctricamente entre sí.
- [0045]** Las placas elementales 40 están configuradas para definir entre sí conductos de enfriamiento 42 internos en la placa separadora 4 para la circulación de un fluido de enfriamiento.
- [0046]** Para garantizar la estanqueidad de los conductos de enfriamiento 42 con respecto al exterior, las placas elementales 40 se encuentran en soporte una contra otra por medio de superficies de estanqueidad 44 placa/placa.
- [0047]** Las superficies de estanqueidad 44 están dispuestas por pares, comprendiendo cada par dos superficies de estanqueidad 44 enfrentadas formada cada una en una placa elemental 40 respectiva.
- [0048]** Tal como se representa en la figura 4, cada placa elemental 40 se sitúa en su cara girada hacia la placa elemental 40 asociada de las superficies de estanqueidad placa/placa 44. Todas las superficies de estanqueidad placa/placa 44 son estriadas y comprenden líneas salientes paralelas 46 que definen entre sí surcos o estrías 48.
- [0049]** Bajo el efecto del mantenimiento en compresión del apilamiento de la pila de combustible 2, las superficies de estanqueidad 44 de un mismo par se interpenetran y garantizan un cierre estanco suficiente entre las placas elementales 40, sin que sea necesario prever medios de estanqueidad suplementarios.
- [0050]** Tal como se representa en la figura 4, las dos superficies de estanqueidad placa/placa 44 enfrentadas de dos placas elementales 40 son estriadas. Como variante, una sola de las dos superficies de estanqueidad 44 es

estriada, y la otra es lisa.

**[0051]** Las superficies de estanqueidad placa/EME estriadas 30 de cada placa separadora 4 se constituyen en las caras de las placas elementales 40 que forman la placa separadora 4 giradas hacia el exterior de la placa 5 separadoras, destinadas a girarse hacia un conjunto membrana-electrodo 6.

**[0052]** Tal como se representa en la figura 5, en una variante, se interpone una película de refuerzo 50 entre dos superficies de estanqueidad placa/placa 44 enfrentadas. La película de refuerzo 50 está separada de las placas elementales 40 e interpuestas entre sí durante el apilamiento o se deposita en una de las placas elementales.

10 **[0053]** La película de refuerzo 50 se extiende exclusivamente en las superficies de estanqueidad 44 y las placas elementales 40 están además en contacto directo lo que garantiza su conexión eléctrica. La película de refuerzo 50 está hecha de un material eléctricamente conductor o aislante.

15 **[0054]** Tal como se representa en la figura 6, en una variante, la película de refuerzo 50 se extiende a toda la superficie de las placas elementales 40. Las placas elementales 40 están separadas por la película de refuerzo 50.

**[0055]** En este caso, la película de refuerzo 50 es eléctricamente conductora para garantizar la conexión eléctrica entre las placas elementales 40.

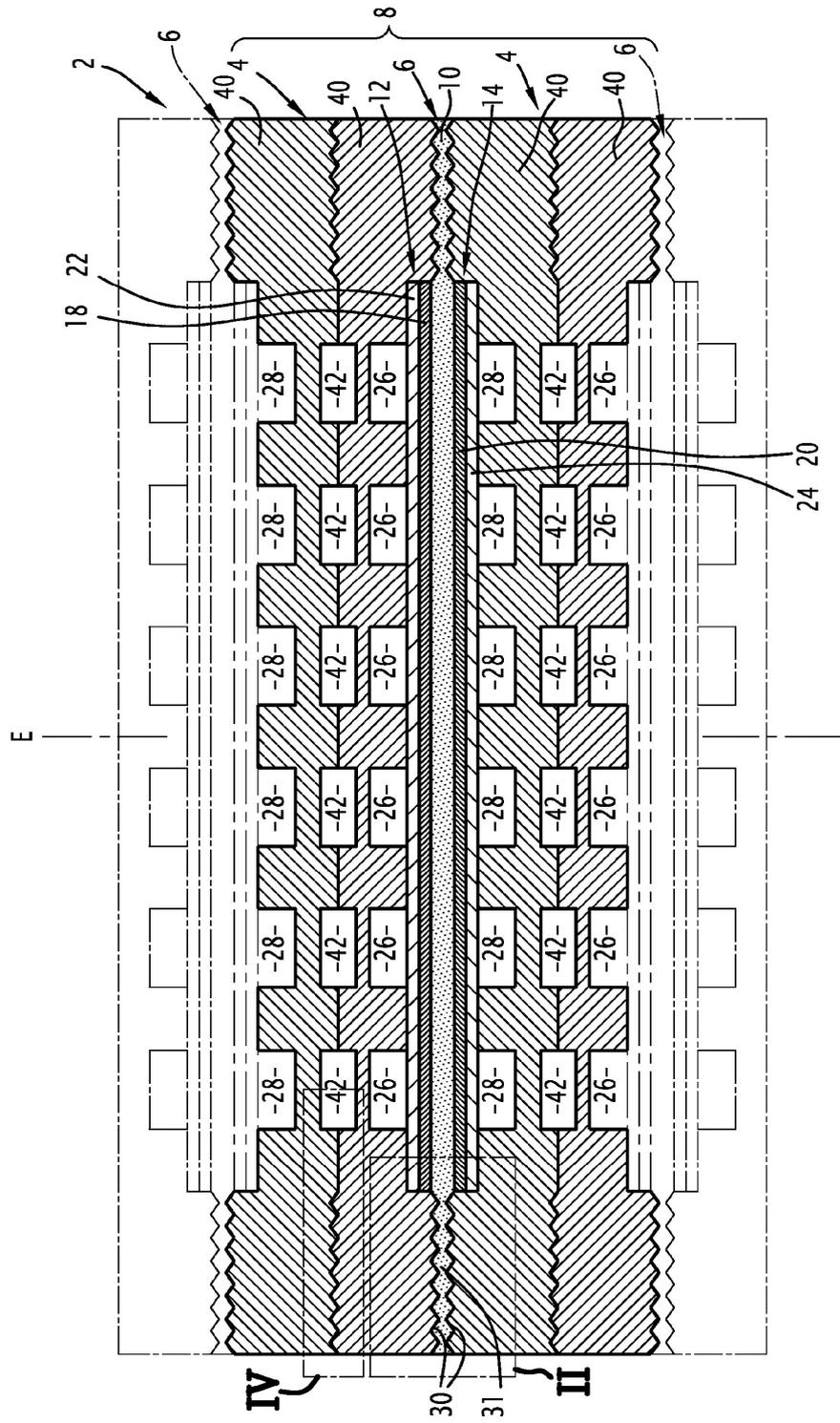
20 **[0056]** Gracias a la invención, es posible obtener la estanqueidad entre los conjuntos membrana-electrodo y las placas separadoras y entre las placas elementales de una placa separadora de forma sencilla y con bajo coste.

**[0057]** Las superficies de estanqueidad estriadas se obtienen fácilmente, ya sea en placas metálicas 25 mecanizadas o moldeadas o placas de material compuesto que comprenden una matriz reforzada de fibras, por ejemplo obtenidas por moldeo.

**[0058]** La invención se aplica a la fabricación de pilas de combustible de membrana de intercambio de 30 protones (PEM) y más en general a las pilas de combustible de membrana de intercambio de iones. Se aplica especialmente también a las pilas de combustible de óxido sólido denominadas SOFC ("Solid Oxide Fuel Cell").

**REIVINDICACIONES**

1. Placa para pila de combustible (4; 40) formada por un apilamiento de placas (4; 40) y de conjuntos membrana-electrodo (6), **caracterizada porque** comprende al menos una superficie de estanqueidad estriada (30, 5 44) para un soporte estanco contra un conjunto membrana-electrodo (6) u otra placa de pila de combustible (40).
2. Placa según la reivindicación 1, que forma una placa elemental (40) prevista para su apilamiento con otra placa elemental (40) para formar una placa separadora de pila de combustible (4), comprendiendo la placa elemental (40) al menos una superficie de estanqueidad estriada (44) para un soporte estanco contra dicha otra 10 placa elemental (40).
3. Placa según la reivindicación 2, que comprende una película de refuerzo depositada en la superficie de estanqueidad estriada (44).
- 15 4. Placa según la reivindicación 1, que forma una placa separadora de pila de combustible (4) prevista para definir con al menos un conjunto membrana-electrodo (6) canales de circulación de fluidos entre la placa separadora (4) y el conjunto membrana-electrodo (6).
5. Placa según la reivindicación 4, que comprende, en una o en las dos caras, al menos una superficie 20 de estanqueidad estriada (30) para un soporte estanco con un conjunto membrana-electrodo (6).
6. Placa según la reivindicación 4 ó 5, bipolar o monopolar.
7. Placa según una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 6, formada por dos placas elementales (40) 25 apiladas y en soporte estanco una contra otra por al menos un par de superficies de estanqueidad (44) enfrentadas formada cada una en una placa elemental (40) respectiva, siendo al menos una superficie de estanqueidad (44) estriada.
8. Placa según una cualquiera de las reivindicaciones 4 a 7, que comprende al menos un par de 30 superficies de estanqueidad (44) cuyas dos superficies de estanqueidad (44) son estriadas.
9. Placa según una de las reivindicaciones 7 y 8, que comprende una película de refuerzo interpuesta entre dos superficies de estanqueidad (44) de un par de superficies de estanqueidad.
- 35 10. Pila de combustible (2) que comprende un apilamiento de placas (4; 40) y de conjuntos membrana-electrodo (6), estando cada conjunto membrana-electrodo (6) dispuesto entre dos placas (4; 40) que definen con el conjunto membrana-electrodo (6) canales de circulación de un fluido entre cada una de las dos placas (4; 40) y el conjunto membrana-electrodo (6), cada placa (4; 40) que comprende en al menos una de sus caras una superficie de estanqueidad (30; 40) para un soporte estanco contra el conjunto membrana-electrodo (6) u otra placa (40), 40 **caracterizada porque** al menos una placa (4, 40) comprende una superficie de estanqueidad estriada (30, 44).
11. Pila de combustible según la reivindicación 10, que comprende una placa que comprende al menos una superficie de estanqueidad estriada (30) para un soporte estanco contra un conjunto membrana-electrodo (6) y una película de refuerzo (36) entre la superficie de estanqueidad estriada (30) y el conjunto membrana-electrodo (6). 45
12. Pila de combustible según la reivindicación 11, en la que la película de refuerzo (36) está interpuesta entre la superficie de estanqueidad estriada (30) y el conjunto membrana-electrodo (6) o depositada en la superficie de estanqueidad estriada (30) y el conjunto membrana-electrodo (6).
- 50 13. Pila de combustible según una cualquiera de las reivindicaciones 10 a 12, que comprende una placa separadora (4) formada por al menos dos placas elementales (40) apiladas en soporte estanco una contra otra por al menos dos superficies de estanqueidades (40) enfrentadas, siendo al menos una de dichas superficies de estanqueidad (40) estriada.
- 55 14. Pila de combustible según la reivindicación 13, que comprende una película de refuerzo interpuesta entre las dos superficies de estanqueidad (40) enfrentadas de las dos placas elementales (40) de la placa separadora (6).



**FIG.1**

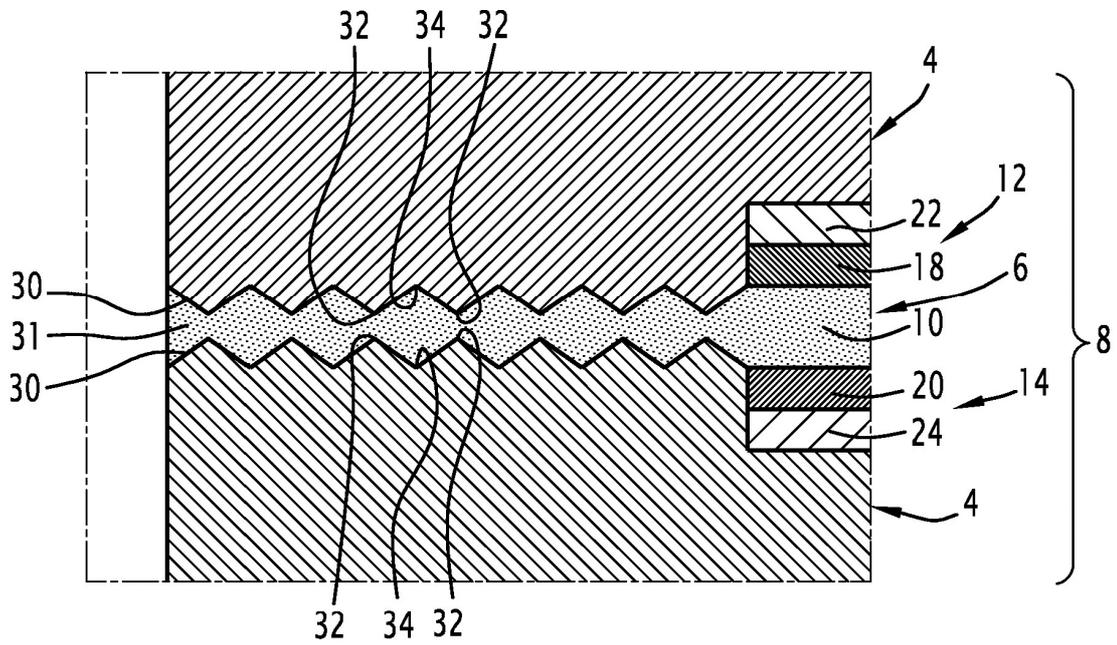


FIG.2

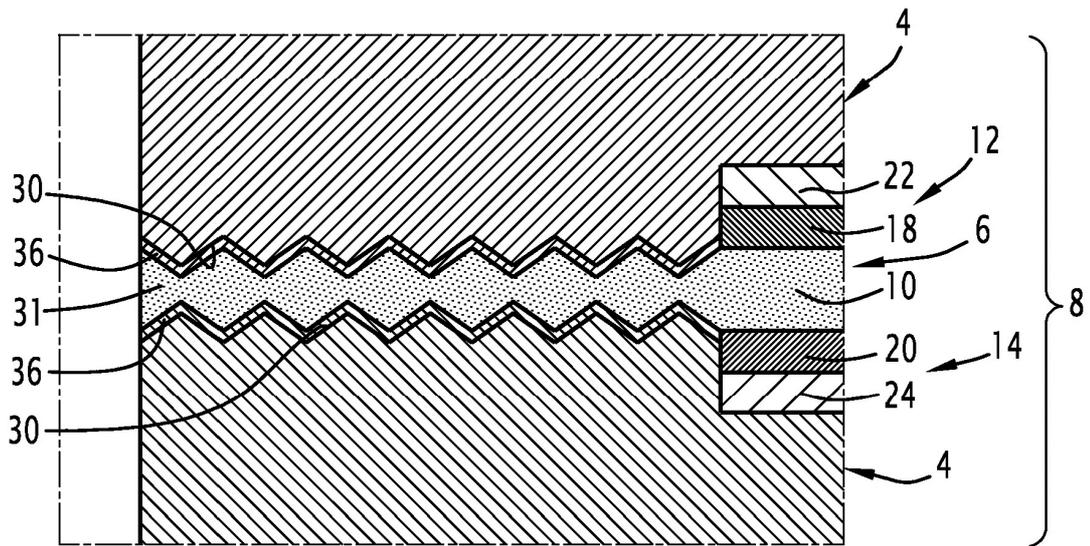


FIG.3

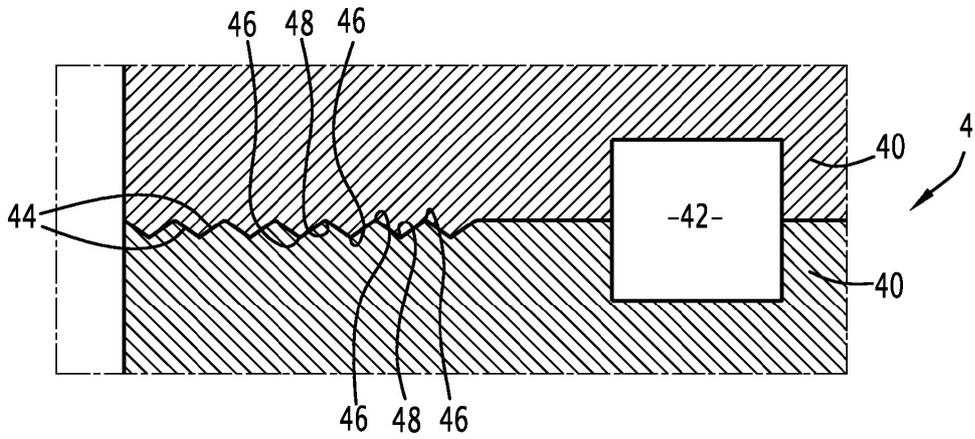


FIG. 4

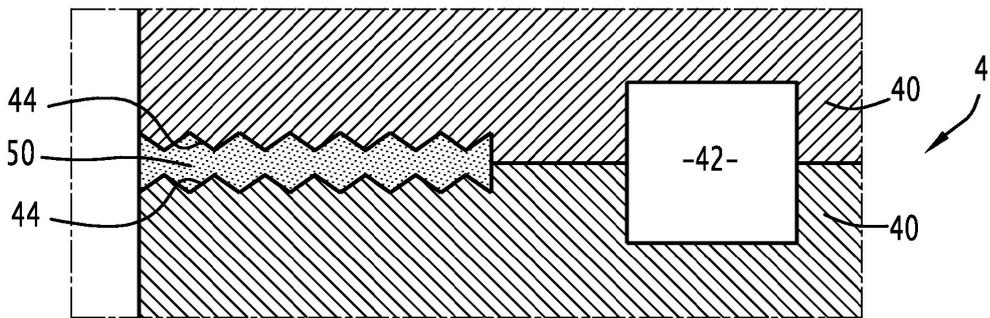


FIG. 5

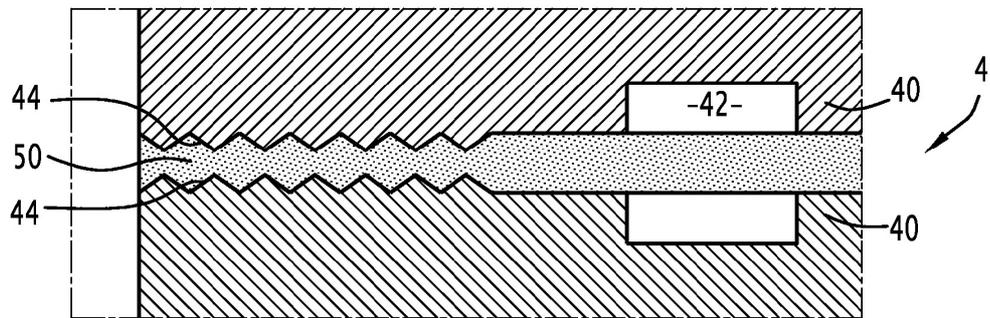


FIG. 6