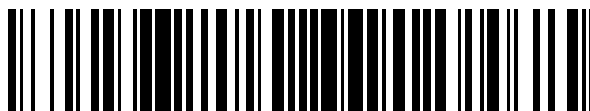


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 647 891**

51 Int. Cl.:

**H01M 8/24** (2006.01)

**H01M 8/02** (2006.01)

**H01M 8/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **26.06.2012 PCT/EP2012/062336**

87 Fecha y número de publicación internacional: **17.01.2013 WO13007514**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **26.06.2012 E 12730921 (9)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **13.09.2017 EP 2729983**

54 Título: **Abrazadera de alimentación y de sujeción para un módulo de pila de combustible, y sistema de pila de combustible asociado**

30 Prioridad:

**08.07.2011 FR 1156253**

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

**27.12.2017**

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:

**VANNUCCI, DIDIER**

74 Agente/Representante:

**SALVA FERRER, Joan**

ES 2 647 891 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

Abrazadera de alimentación y de sujeción para un módulo de pila de combustible, y sistema de pila de combustible asociado

5

**[0001]** La presente invención se refiere a un sistema de pila de combustible, del tipo que comprende una pluralidad de módulos de pila de combustible, comprendiendo cada módulo un apilamiento de células de pila de combustible y un dispositivo de sujeción del apilamiento, comprendiendo el dispositivo de sujeción al menos una abrazadera que comprende una placa y al menos un colector para alimentar las células del apilamiento con fluido oxidante o reductor o para extraer productos de reacción fuera del apilamiento, comprendiendo la placa una cara de apoyo que se apoya sobre un extremo del apilamiento y al menos una cara de conexión prevista para estar en frente de una cara de conexión de otra placa adyacente.

10

**[0002]** Dichos sistemas de pila de combustible son conocidos. Estos permiten la generación de una corriente eléctrica mediante una reacción de oxidorreducción entre los fluidos oxidante y reductor.

15

**[0003]** Cada célula de pila de combustible comprende generalmente un conjunto de membrana-electrodos (CME), constituido por una membrana electrolítica asociada a electrodos, y dos compartimentos anódico/catódico de capas de difusión que reposan sobre placas colectoras. Éstas garantizan la circulación de los fluidos oxidante y reductor a cada lado del CME, así como la recogida de la corriente. El fluido reductor está adaptado para producir protones cuando se le aportan electrones. La membrana está adaptada para ser atravesada por estos protones que reaccionan en el lado del compartimento catódico con el fluido oxidante para producir particularmente electrones, electrones que son recogidos por una de las placas colectoras para alimentar una carga de corriente eléctrica.

20

**[0004]** Al ser la tensión obtenida en los bornes de una célula de pila de combustible generalmente baja (del orden de 1 V), éstas están, generalmente, agrupadas dentro de apilamientos que presentan tensiones de salida más grandes. Las células de un apilamiento se mantienen apiladas unas sobre otras con ayuda de un dispositivo de sujeción a continuación dos abrazaderas en los extremos longitudinales del apilamiento y unidas entre sí por tirantes.

25

30

**[0005]** Sin embargo, es preferible limitar el tamaño de los apilamientos, por razones de volumen y para facilitar el suministro de fluido de las células. Además, para obtener sistemas de pila de combustible de fuerte potencia, es común utilizar varios apilamientos en el interior de un mismo sistema de pila de combustible, estando estos apilamientos conectados en paralelo o en serie eléctrica.

35

**[0006]** Los diferentes apilamientos de un mismo sistema de pila de combustible están, de este modo, generalmente dispuestos unos próximos a otros y son alimentados con fluidos oxidantes y reductores, así como con fluido de refrigeración para la evacuación del calor producido por la reacción electroquímica, con ayuda de tubos puente de distribución. Sin embargo, dichos tubos puente aumentan significativamente el volumen del sistema de pila de combustible.

40

**[0007]** El documento US 5 486 430 propone una solución para reducir el volumen de los sistemas de pila de combustible. Este documento describe, de este modo, un sistema de pila de combustible en el que los apilamientos están unidos entre sí en una dirección transversal y son alimentados con fluido por colectores que se extienden transversalmente a lo largo de la unión de apilamientos, en un extremo longitudinal de los apilamientos, estando realizados orificios en cada abrazadera para poner en comunicación fluidica los colectores con los compartimentos anódico y catódico de las células de cada apilamiento.

45

**[0008]** Sin embargo, se ha observado que dicho sistema de pila de combustible es de fabricación compleja y poco modular.

50

**[0009]** Un objetivo de la invención es, por lo tanto, proponer un sistema de pila de combustible a coste reducido. Otros objetivos son limitar el volumen del sistema de pila de combustible y proponer un sistema de pila de combustible modular.

55

**[0010]** A tal efecto, la invención está definida por las características técnicas de la reivindicación 1. La invención tiene por objeto un sistema de pila de combustible del tipo mencionado anteriormente, caracterizado porque la placa está formada por una sola pieza de materia, estando el o cada colector realizado en el interior de la placa y desembocando por una boca en la cara de conexión y en frente de una boca en la cara de conexión de la

otra placa adyacente, para que los colectores de las dos placas estén en comunicación fluidica.

**[0011]** En realizaciones preferidas de la invención, el sistema de pila de combustible comprende también una o más de las características siguientes, tomadas aisladamente o según cualesquiera combinaciones técnicamente posibles:

- el sistema de pila de combustible comprende una junta individual dispuesta en la cara de conexión de la placa, alrededor de la boca, para realizar la estanqueidad con la boca en la cara de conexión de la otra placa adyacente;
- 10 - la cara de conexión delimita un alojamiento anular de recepción de la junta, rodeando el alojamiento anular la boca;
- la junta es tórica;
- el sistema de pila de combustible comprende una pluralidad de juntas, en el que las juntas son idénticas unas a otras;
- 15 - la placa está unida a la otra placa adyacente mediante medios de unión específicos que realizan una unión únicamente entre estas dos placas;
- los medios de unión específicos comprenden al menos un órgano de fijación que se extiende a través de agujeros de fijación enfrentados formados en las caras de conexión enfrentadas de las placas adyacentes;
- 20 - el o cada colector desemboca por al menos un orificio en la cara de apoyo de la placa, para la conexión fluidica del colector con compartimentos anódicos o catódicos del apilamiento;
- el o cada colector desemboca en caras de conexión opuestas de la placa;
- el o cada colector está orientado de forma prácticamente perpendicular a la dirección de apilamiento de las células.

25 **[0012]** Otras características y ventajas de la invención serán evidentes con la lectura de la descripción a continuación, dada únicamente a modo de ejemplo y realizada remitiéndose a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 es una vista en perspectiva, desde arriba, de un sistema de pila de combustible de acuerdo con la invención,
- 30 - la figura 2 es una vista esquemática en corte de una célula de pila de combustible del sistema de la figura 1,
- la figura 3 es una vista en perspectiva, desde arriba, de una abrazadera de sujeción de un módulo de pila de combustible del sistema de la figura 1,
- la figura 4 es una vista en perspectiva, desde abajo, de la abrazadera de sujeción de la figura 3,
- la figura 5 es una vista en perspectiva de un detalle marcado como V en la figura 3,
- 35 - la figura 6 es una vista en perspectiva de un detalle marcado como VI en la figura 1, y
- la figura 7 es una vista esquemática en despiece ordenado de un módulo de pila de combustible del sistema de la figura 1, con representación de la circulación fluidica de los fluidos oxidante y reductor, así como de agua de refrigeración, a través del apilamiento.

40 **[0013]** El sistema de pila de combustible 10, representado en la figura 1, comprende una pluralidad de módulos de pila de combustible 12 ensamblados unos a otros. En el ejemplo representado, el sistema 10 comprende tres módulos 12 alineados.

**[0014]** Los módulos de pila de combustible 12 están unidos entre sí. Cada módulo 12 comprende un apilamiento 14 de células de pila de combustible 15 (figura 2), y un dispositivo 17 de sujeción del apilamiento 14.

**[0015]** Una célula 15 del apilamiento 14 está representada en la figura 2. Ésta comprende un conjunto de membrana-electrodo 16 intercalado entre una placa anódica 18 y una placa catódica 22.

50 **[0016]** El conjunto de membrana-electrodo 16 comprende una membrana 26 de intercambio iónico intercalada entre un ánodo 28a y un cátodo 28b.

**[0017]** La membrana 26 aísla eléctricamente el ánodo 28a del cátodo 28b.

55 **[0018]** La membrana 26 está adaptada para no permitir que iones cargados, preferentemente cationes, la atraviesen. La membrana 26 es generalmente una membrana de intercambio protónico, adaptada para no permitir que protones la atraviesen. La membrana 26 es típicamente de material polímero.

**[0019]** El ánodo 28a y el cátodo 28b comprenden, cada uno, un catalizador, típicamente platino o una

aleación de platino, para permitir la reacción.

**[0020]** La placa anódica 18 delimita un conducto anódico 20 para la circulación del gas reductor a lo largo del ánodo 28a y en contacto con éste. Para ello, la placa 18 está dotada de al menos un canal realizado en la cara de la placa orientada hacia el conjunto de membrana-electrodo 16 y cerrada por dicho conjunto de membrana-electrodo 16. La placa anódica 18 está formada por un material conductor de la electricidad, típicamente grafito. El gas reductor utilizado es un gas que comprende dihidrógeno, como por ejemplo dihidrógeno puro.

**[0021]** La placa catódica 22 delimita un conducto catódico 24 para la circulación del gas oxidante a lo largo del cátodo 28b y en contacto con éste. Para ello, la placa 22 está dotada de al menos un canal realizado en la cara de la placa orientada hacia el conjunto de membrana-electrodo 16 y cerrada por dicho conjunto de membrana-electrodo 16. La placa catódica 22 está formada por un material conductor de la electricidad, típicamente grafito. El gas oxidante utilizado es un gas que comprende dióxígeno, como por ejemplo dióxígeno puro o una mezcla de nitrógeno y de dióxígeno (aire)

**[0022]** La membrana 26 separa los gases oxidante y reductor. Ésta se dispone entre la placa anódica 18 y la placa catódica 22 de la célula 15 y aísla éstas eléctricamente entre sí.

**[0023]** El ánodo 28a está en contacto eléctrico con la placa anódica 18. El cátodo 28b está en contacto eléctrico con la placa catódica 22. Es a nivel del ánodo 28a donde tiene lugar la oxidación del gas reductor y donde se generan los electrones y los protones. Los electrones transitan a continuación a través de la placa anódica 18 hacia el cátodo 28b de la célula 15, o hacia el cátodo de otra célula, para participar en la reducción del gas oxidante.

**[0024]** En el apilamiento 14, las células 15 están apiladas en una dirección longitudinal del apilamiento 14. La placa anódica 18 de cada célula está en contacto con la placa catódica 22 de la célula vecina. Las placas anódica y catódica 18, 22 garantizan, de este modo, la transferencia de los electrones del gas reductor que circula en una célula hacia el gas oxidante que circula en otra célula. Las placas anódica 18 y catódica 22 de dos células vecinas del apilamiento 18 están preferentemente constituidas en la misma pieza y forman juntas una placa bipolar.

**[0025]** Los conductos anódicos 20 de las células 15 están conectados fluídicamente entre sí y forman juntos un compartimento anódico (no representado) del apilamiento 14, y los conductos catódicos 22 de las células 15 están conectados fluídicamente entre sí y forman juntos un compartimento catódico (no representado) del apilamiento 14.

**[0026]** De vuelta a la figura 1, las células 15 se mantienen apiladas gracias al dispositivo de sujeción 17.

**[0027]** El dispositivo de sujeción 17 comprende dos abrazaderas de sujeción 30, 31 dispuestas en los extremos longitudinales del apilamiento 14, y tirantes 32 para mantener las abrazaderas 30, 31 sujetas contra el apilamiento 14.

**[0028]** Los tirantes 32 están adaptados para ejercer una fuerza de sujeción sobre las abrazaderas 30, 31 de forma que éstas ejerzan una fuerza de compresión sobre el apilamiento 14.

**[0029]** Cada abrazadera 30, 31 comprende una placa 34 y una pluralidad de colectores 36A, 36B, 36C, 36D, 36E, 36F.

**[0030]** Los colectores 36A, 36B, 36D, 36E están adaptados para alimentar las células 15 del apilamiento 14 con fluido oxidante o reductor, o para extraer los productos de reacción fuera del apilamiento. Preferentemente, un colector 36C suplementario está adaptado para alimentar el apilamiento 14 con fluido de refrigeración, y un último colector 36F está adaptado para extraer dicho fluido de refrigeración fuera del apilamiento 14. Los colectores 36A, 36B, 36C, 36D, 36E, 36F están preferentemente, como se ha representado, distribuidos en las dos abrazaderas 30, 31.

**[0031]** En lo sucesivo, se describirá la abrazadera 30 de un módulo 12, en relación con las figuras 3 a 5.

**[0032]** La placa 34 tiene una forma prácticamente de paralelepípedo. Ésta comprende una gran cara de apoyo 40, apoyada sobre un extremo longitudinal del apilamiento 14, una gran cara libre 42, opuesta a la cara de apoyo 40, y caras de conexión 44 laterales.

- [0033]** Cada cara de conexión 44 está prevista para estar dispuesta en frente de una cara de conexión 44 de otra placa 34 adyacente. Preferentemente, cada cara de conexión 44 está prevista para apoyarse contra dicha cara de conexión 44 de la otra placa 34 adyacente. Dicha placa 34 adyacente pertenece a la abrazadera 30 de otro módulo 12 unido al módulo 12 del que forma parte la placa 34 descrita. En el ejemplo representado, cada cara de conexión 44 de la placa 34 de la abrazadera 30 del módulo 12 central (figura 1) está, de este modo, apoyada contra una cara de conexión 44 de la placa 34 de una abrazadera 30 de un módulo terminal 12 (figura 1).
- [0034]** Se observará, sin embargo, que, cuando los módulos 12 se ensamblan unos a otros para formar el sistema de pila de combustible 10, caras de conexión 44 no están dispuestas en frente de una cara de conexión 44 de otra placa 34 adyacente y se dejan libres. Estas caras de conexión libres 44 son portadas por las abrazaderas 30, 31 de los módulos terminales 12.
- [0035]** Para cada abrazadera 30, las caras de conexión 44 están preferentemente, como se ha representado, en número de dos, y están formadas en bordes opuestos de la placa 34.
- [0036]** La placa 34 comprende también nervaduras de refuerzo 46, 48, rectilíneas, que sobresalen desde la gran cara libre 42 de la placa 34 hacia el exterior de la placa 34. Estas nervaduras 46, 48 comprenden primeras nervaduras huecas 46, orientadas en una primera dirección. Las nervaduras 46, 48 comprenden también segundas nervaduras macizas 48, orientadas en una segunda dirección, prácticamente perpendicular a la primera dirección. Las nervaduras 46, 48 están, de este modo, entrecruzadas.
- [0037]** La primera dirección está orientada perpendicularmente a las caras de conexión 44.
- [0038]** La placa 34 comprende además nervaduras de conexión 50, que sobresalen desde la gran cara libre 42 de la placa 34 hacia el exterior de la placa 34. Cada nervadura de conexión 50 se extiende a lo largo de un borde de la gran cara libre 42. Ésta define una parte de una cara de conexión 44. Cada nervadura de conexión 50 es rectilínea y se extiende de forma prácticamente perpendicular a la primera dirección.
- [0039]** La placa 34 delimita, por otro lado, agujeros 52 de paso de los tirantes 32. Cada agujero 52 es pasante y desemboca en las grandes caras de apoyo 40 y libre 42.
- [0040]** La placa 34 está formada por una sola pieza de materia.
- [0041]** Los colectores 36A, 36B, 36C de la abrazadera 30 comprenden un primer colector de alimentación 36A del apilamiento 14 con fluido oxidante, un segundo colector de evacuación de productos de reacción 36B fuera del apilamiento 14, y un tercer colector de alimentación 36C del apilamiento 14 con agua de refrigeración. Cada colector 36A, 36B, 36C está orientado de forma prácticamente perpendicular a la dirección longitudinal de extensión del apilamiento 14.
- [0042]** Cada colector 36A, 36B, 36C, está realizado en el interior de la placa 34. En particular, los colectores 36A, 36B, 36C están constituidos por las nervaduras huecas 46.
- [0043]** Cada colector 36A, 36B, 36C desemboca por una boca 56 en cada cara de conexión 44. En el ejemplo representado, cada colector 36A, 36B, 36C desemboca en caras de conexión 44 opuestas de la placa 34.
- [0044]** La boca 56 está dispuesta en la cara de conexión 44 para estar en frente de una boca 56 formada en la cara de conexión 44 en frente de la otra placa 34 adyacente. De este modo, cada colector, respectivamente 36A, 36B, 36C, de cada abrazadera 30 está en comunicación fluidica con un colector, respectivamente 36A, 36B, 36C, de otra abrazadera 30.
- [0045]** Cada colector, respectivamente 36A, 36B, 36C, desemboca también por orificios, respectivamente 58A, 58B, 58C, en la cara de apoyo 40, para la conexión fluidica del colector con un compartimento anódico o catódico del apilamiento 14, o para la conexión fluidica del colector al circuito de refrigeración del apilamiento 14. Los orificios 58A, 58B, 58C están realizados en la placa 34.
- [0046]** En el ejemplo representado en la figura 4, la placa 34 de la abrazadera 30 comprende, de este modo, dos orificios de conexión 58A del colector 36A al compartimento catódico del apilamiento 14, dos orificios de conexión 58B del colector 36B al compartimento catódico del apilamiento 14, y un orificio de conexión 58C del colector 36C al circuito de refrigeración del apilamiento 14.

**[0047]** En referencia a la figura 5, el sistema 10 comprende también medios de estanqueidad 60 de los colectores 36A, 36B, 36C de diferentes abrazaderas 30 entre sí.

5 **[0048]** Estos medios 60 comprenden juntas individuales tóricas 62. Cada junta individual 62 está dispuesta sobre una cara de conexión 44, alrededor de una boca 56 respectiva. La junta 62 está, de este modo, adaptada para realizar la estanqueidad con la boca 56 enfrentada formada en la cara de conexión 44 en frente de la otra placa 34 adyacente.

10 **[0049]** En particular, la cara de conexión 44 delimita un alojamiento anular 64 de recepción de la junta 62. La junta 62 está dispuesta en el alojamiento anular 64 y sobresale parcialmente fuera del alojamiento 64. La parte sobresaliente de la junta 62 está concebida para ser recibida en un alojamiento anular 64 enfrentado formado en la cara de conexión 44 en frente de la otra placa 34 adyacente. En particular, la junta 62 está adaptada para que la parte sobresaliente rodee completamente la boca 56. La estanqueidad entre los colectores 36A, 36B, 36C de las  
15 diferentes bridas 30 mejora de este modo.

**[0050]** El alojamiento anular 64 comprende un borde periférico interior 66 delimitado por el contorno de la boca 56, y un borde periférico exterior 68, formado por un resalte entre el fondo del alojamiento 64 y la cara de conexión 44. De este modo, no hay materia interpuesta entre el fluido que circula en el colector 36A, 36B, 36C y la  
20 junta tórica 62, lo que permite reforzar la estanqueidad.

**[0051]** La profundidad del alojamiento 64 con respecto al plano de la cara de conexión 44 está definida en función del tamaño y de las características de la junta 62, de manera que ésta se encuentre convenientemente comprimida en dos alojamientos 64 enfrentados cuando dos placas 34 adyacentes son ensambladas, para  
25 garantizar la estanqueidad. En particular, la profundidad del alojamiento 64 está definida de modo que la suma de las profundidades del alojamiento 64 de la placa 34 descrita y del alojamiento 64 en frente de la otra placa 34 adyacente sea inferior al grosor transversal de la junta 62 en reposo.

**[0052]** Se observará que la profundidad del alojamiento 64 es, de este modo, inferior al grosor transversal de  
30 la junta 62 en reposo.

**[0053]** En referencia a la figura 6, el sistema 10 comprende además medios específicos 70 de unión de las placas 34 adyacentes. Los medios de unión específicos 70 están adaptados para realizar una unión únicamente  
35 de dos placas 34 adyacentes. En particular, los medios de unión específicos 70 no están adaptados para unir más de dos placas 34 entre sí.

**[0054]** De este modo, cada módulo 12 está unido individualmente por sus abrazaderas 30, 31 a los otros  
40 módulos 12 que le son adyacentes. De este modo es particularmente fácil retirar un módulo 12 del sistema 10, por ejemplo para sustituirlo si es defectuoso, o para reducir la potencia del sistema 10 si esto es necesario.

**[0055]** Es también particularmente fácil añadir un módulo 12 suplementario uniéndolo simplemente a otro  
45 módulo 12, sin deber separar previamente todos los módulos 12 unos de otros. Ya no es necesario modificar el sistema de alimentación con fluido del sistema 10 durante esta adición, ya que el módulo 12 se suministra con sus propios colectores 36A, 36B, 36C, 36D, 36E, 36F, estando estos adaptados para ser fácilmente puestos en comunicación fluidica con los colectores 36A, 36B, 36C, 36D, 36E, 36F de otro módulo 12.

**[0056]** La modularidad del sistema 10 se refuerza de este modo.

**[0057]** Los medios de unión específica 70 comprenden órganos de fijación 72 que se extienden a través de  
50 agujeros de fijación 74 (figura 5) enfrentados formados en las caras de conexión 44 enfrentadas de las placas 34 adyacentes.

**[0058]** En particular, los órganos de fijación 72 están constituidos por un tornillo 76 y una tuerca 78 y cada  
55 agujero de fijación 74 se extiende a través de una nervadura de conexión 50 de una placa 34, desembocando en caras opuestas de la nervadura 50. El cuerpo de cada tornillo 76 se extiende a través de dos agujeros de fijación 74 enfrentados, de modo que su cabeza 80 se apoye contra una cara de la nervadura de conexión 50 de una primera de las placas 34 adyacentes. La tuerca 78 está atornillada al cuerpo del tornillo 76 de forma que se apoye contra una cara de la nervadura de conexión de la segunda de las placas 34 adyacentes. De este modo, las nervaduras de conexión 50 están atrapadas entre la cabeza del tornillo 76 y la tuerca 78, de modo que las caras de conexión 44 se

mantiene apoyadas una contra otra.

**[0059]** La descripción dada anteriormente de una abrazadera 30 se aplica también a la otra abrazadera 31 del mismo módulo 12. Para ello, las referencias 30, 36A, 36B, 36C, 58A, 58B, 58C deben sustituirse simplemente por las referencias respectivas 31, 36D, 36E, 36F, 58D, 58E, 58F, designando las referencias 36D, 36E, 36F, 58D, 58E, 58F respectivamente, en relación con la figura 7:

- un colector de alimentación 36D del apilamiento 14 con fluido reductor,
- un colector de evacuación 36E de los productos de reacción fuera del compartimento anódico del apilamiento 14,
- un colector de evacuación 36F del agua de refrigeración,
- dos orificios de conexión 58D del colector 36D al compartimento anódico del apilamiento 14,
- dos orificios de conexión 58E del colector 36E al compartimento anódico del apilamiento 14, y
- un orificio de conexión 58F del colector 36F al circuito de refrigeración del apilamiento 14.

**[0060]** De vuelta a la figura 1, el sistema de pila de combustible 10 comprende además empalmes 100 para conectar cada colector 36A, 36B, 36C, 36D, 36E, 36F a un circuito de alimentación fluidica (no representado) del sistema de pila de combustible 10. Cada empalme 100 está dispuesto en frente de una boca 56 realizada en una cara de conexión 44 libre.

**[0061]** Cada empalme 100 está fijado a dicha cara de conexión 44 libre.

**[0062]** Los empalmes 100 están todos dispuestos en un mismo extremo transversal del alineamiento de módulos 12. En otros términos, los empalmes 100 están todos dispuestos en frente de las bocas 56 realizadas en las caras de conexión 44 libres de las abrazaderas 30, 31 de un mismo módulo 12 terminal. De este modo, la compacidad del sistema de pila de combustible 10 aumenta aún más.

**[0063]** El sistema de pila de combustible 10 está adaptado para que los fluidos oxidante, reductor y de refrigeración solamente puedan entrar y salir del sistema 10 pasando por los empalmes 100. A tal efecto, están previstos tapones (no representados) para obturar las bocas 56 formadas en caras de conexión 44 libres y en frente de las cuales no está dispuesto ningún empalme 100.

**[0064]** A continuación se describirá la circulación de los fluidos en el interior de cada módulo 12, en referencia a la figura 7.

**[0065]** En la figura 7 se representan: las abrazaderas 30, 31, la placa anódica 18 de una primera célula 15, y la placa catódica 22 de una segunda célula 15, estando las primera y segunda células 15 unidas la una a la otra de modo que sus placas anódica 18 y catódica 22 estén en contacto la una con la otra.

**[0066]** Como es visible en la figura 7, cada una de las placas anódica 18 y catódica 22 delimita, además de sus conductos anódicos 20 y catódicos 24 respectivos, pasajes 80 para el fluido oxidante, pasajes 82 para el fluido reductor, pasajes 84, 86 para la evacuación de los productos de reacción, un pasaje 88 para la llegada del fluido de refrigeración, y un pasaje 90 para la salida del fluido de refrigeración. Estos pasajes 80, 82, 84, 86, 88, 90 están orientados longitudinalmente y atraviesan las placas anódicas 18 y catódicas 22 de las células 15 del apilamiento 14.

**[0067]** Los conductos anódicos 20 están en comunicación fluidica exclusivamente con los pasajes 82 y 86. Los conductos catódicos 24 están en comunicación fluidica exclusivamente con los pasajes 80 y 84. Un circuito de refrigeración (no representado), formado entre las placas 18, 22, está en comunicación fluidica exclusivamente con los pasajes 88 y 90.

**[0068]** El fluido oxidante es aportado por el colector 36A. Penetra en el apilamiento 14 a través de los orificios 58A. Circula a continuación a través de los pasajes 80 hasta entrar en un conducto catódico 24 de una célula 15. Allí, reacciona con protones para formar agua y electrones. El agua y los restos del fluido oxidante llegan a continuación a un pasaje 84 a partir del cual estos residuos de reacción son guiados, mediante los pasajes 84 de las otras placas 18, 22, hasta un orificio 58B por el cual alcanzan el colector 36B.

**[0069]** Al mismo tiempo, el fluido reductor es aportado por el colector 36D. Éste penetra en el apilamiento 14 mediante los orificios 58D. A continuación circula a través de los pasajes 82 hasta entrar en un conducto anódico 20 de una célula 15. Allí, reacciona con electrones para formar protones. Los restos de fluido reductor llegan a

continuación a un pasaje 86 a partir del cual estos residuos de reacción son guiados, mediante los pasajes 86 de las otras placas 18, 22, hasta un orificio 58E por el cual alcanzan el colector 36E.

5 **[0070]** Por último, simultáneamente, el agua de refrigeración es conducida por el colector 36C. Ésta penetra en el apilamiento 14 mediante el orificio 58C. Ésta circula a continuación a través de los pasajes 88 hasta entrar en un circuito de refrigeración entre dos células 15. Allí, se calienta. A continuación llega a un pasaje 90, a partir del cual es guiada, mediante los pasajes 90 de las otras placas 18, 22, hasta el orificio 58F por el cual alcanza el colector 36F.

10 **[0071]** Se observará que los conductos catódicos 24 de la placa 22 están divididos en dos partes, desembocando los conductos 24 de cada parte en uno solo de los dos pasajes 80, siendo este pasaje 80 diferente de aquel en el que desembocan los conductos 24 de la otra parte. Del mismo modo, los conductos anódicos 20 de la placa 18 están divididos en dos partes, desembocando los conductos 20 de cada parte en uno solo de los dos pasajes 82, siendo este pasaje 82 diferente de aquel en el que desembocan los conductos 20 de la otra parte.

15 **[0072]** Esta configuración presenta la ventaja de que el trayecto de los fluidos oxidante y reductor en el interior de los conductos anódicos 20 y catódicos 22 es limitado. De este modo, las pérdidas de carga de los fluidos en el interior de estos conductos 20, 22 se reducen, lo que permite conservar un caudal de fluido en la salida de los conductos 20, 22 relativamente elevado, y por lo tanto evitar la obstrucción con agua de los conductos 20, 22.

20 **[0073]** Gracias a la invención, el volumen del sistema de pila de combustible 10 se reduce particularmente. En efecto, al extenderse los colectores 36A, 36B, 36C, 36D, 36E, 36F perpendicularmente a la dirección de extensión del apilamiento 14, la altura de cada módulo 12 se reduce.

25 **[0074]** Además, estando los colectores 36A, 36B, 36C, 36D, 36E, 36F realizados en el interior de cada placa 34, cada módulo 12 es particularmente fácil de ensamblar, lo que reduce los costes de fabricación del sistema 10.

**[0075]** Además, las juntas individuales 62 constituyen una solución eficaz y económica para garantizar la estanqueidad entre los colectores 36A, 36B, 36C, 36D, 36E, 36F de las diferentes abrazaderas 30, 31.

30 **[0076]** Finalmente, el hecho de recurrir a medios específicos de unión 70 de cada placa 34 a otra permite tener una gran modularidad del sistema 10.

**[0077]** En la presente realización, la junta 62 es una junta tórica.

35 **[0078]** Como alternativa, la junta 62 tiene otra sección, tal como rectangular, con cuatro lóbulos, o cualquier otra sección al alcance del experto en la materia.

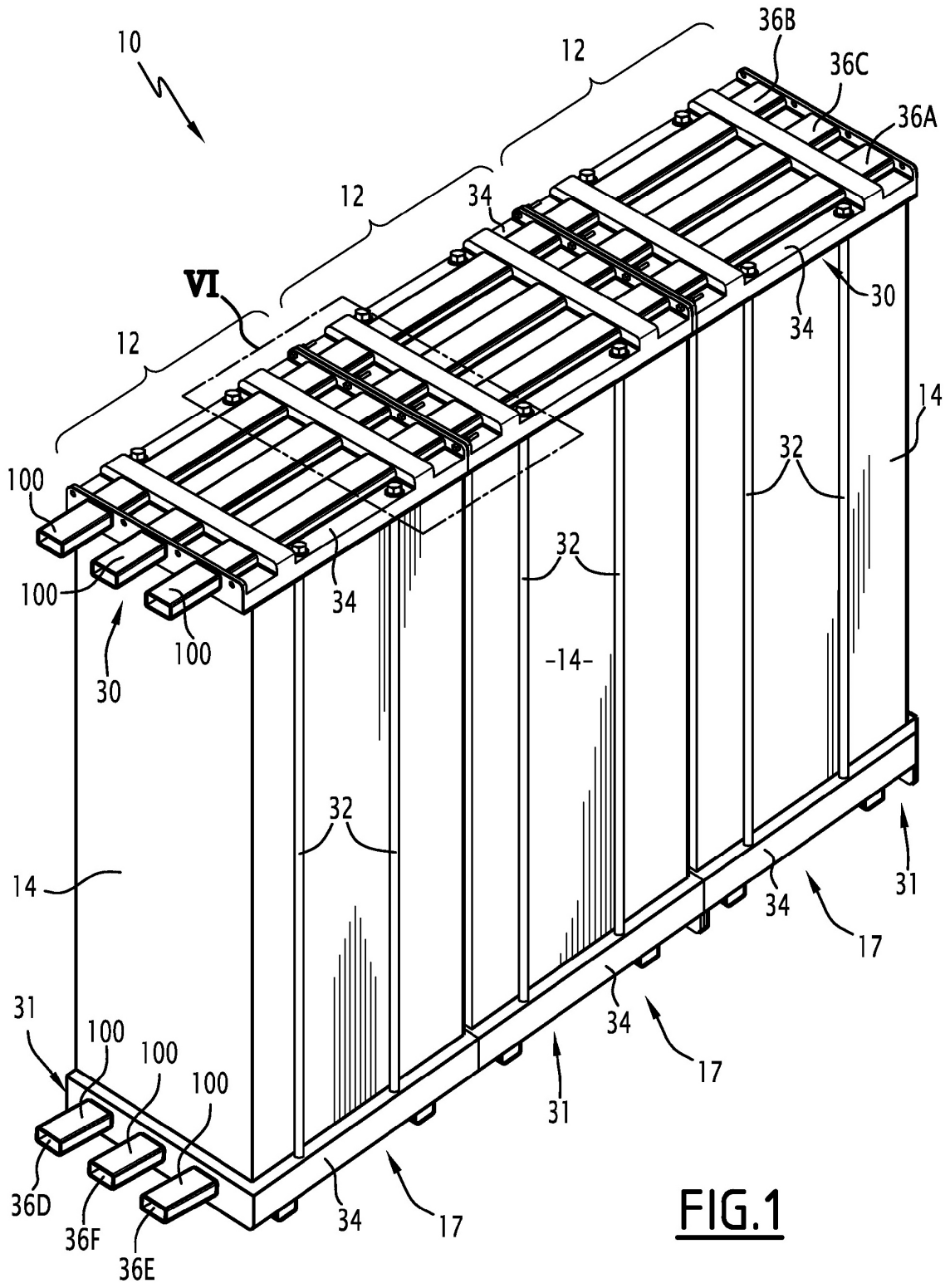
**[0079]** Ventajosamente, como en la realización representada, el conjunto de las juntas 62 dispuestas en las 40 caras de conexión 44, entre las placas 34 del sistema de pila de combustible 10, son idénticas.

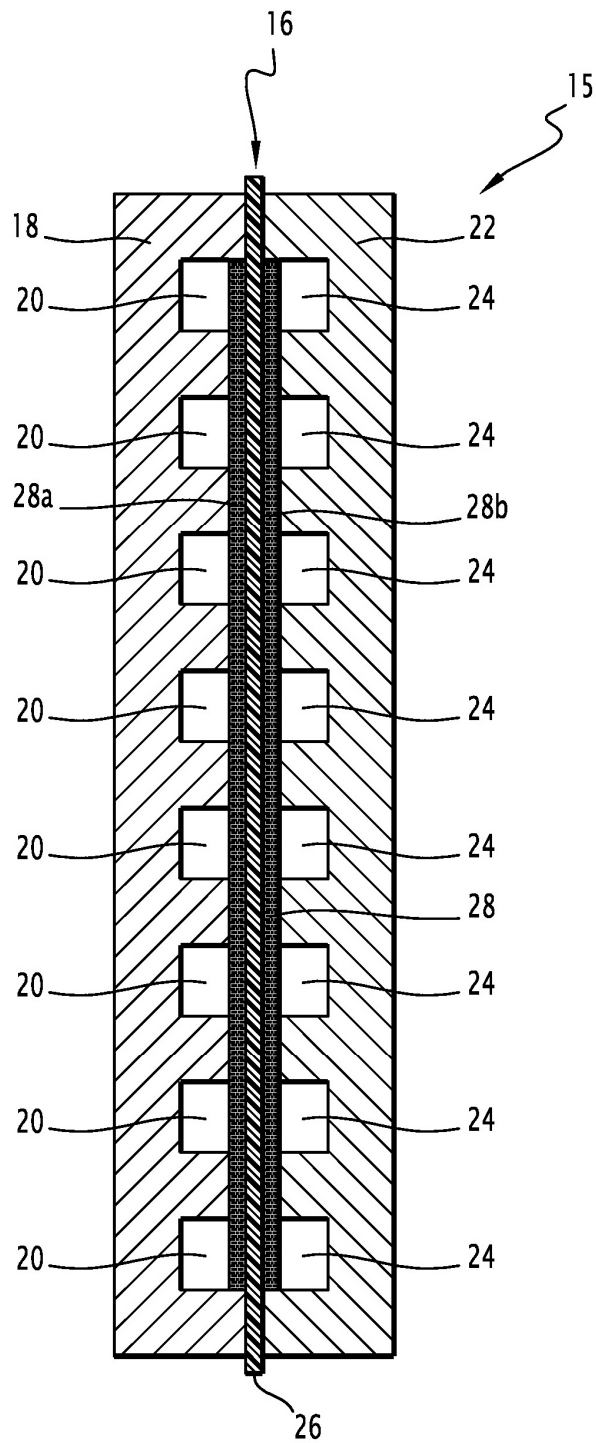


## REIVINDICACIONES

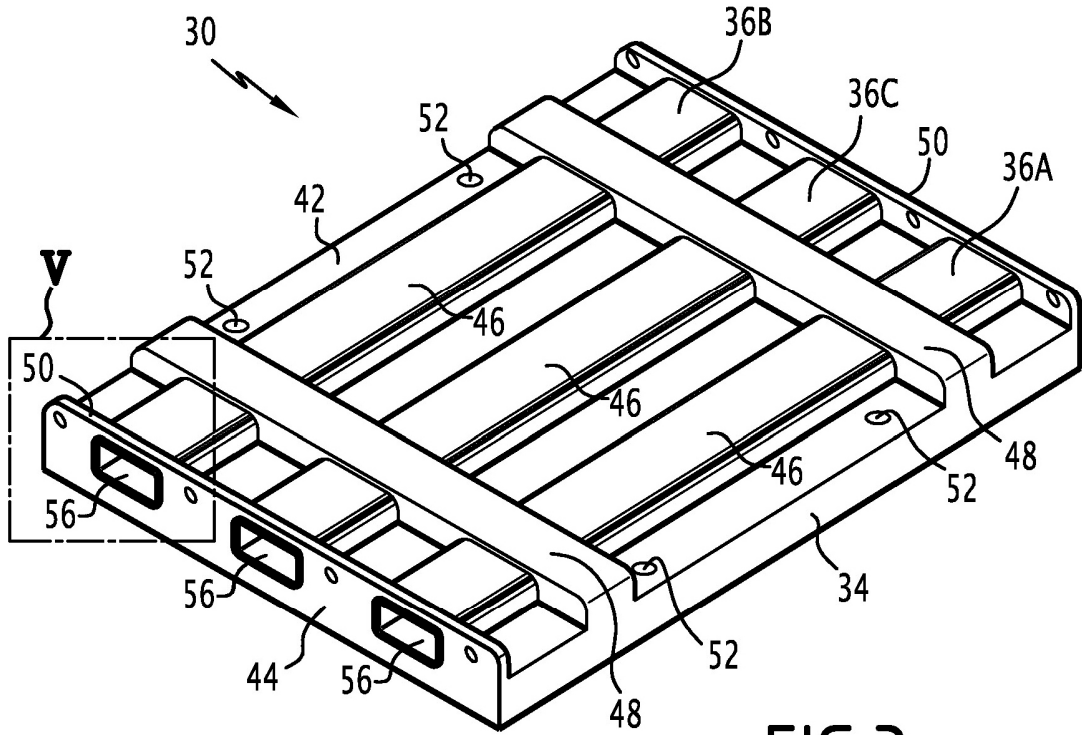
1. Sistema de pila de combustible (10), que comprende una pluralidad de módulos de pila de combustible (12), comprendiendo cada módulo (12) un apilamiento (14) de células de pila de combustible (15) y un dispositivo (17) de sujeción del apilamiento, comprendiendo el dispositivo de sujeción (17) al menos una abrazadera (30, 31) que comprende una placa (34) y al menos un colector (36A, 36B, 36C, 36D, 36E, 36F) para alimentar las células (15) del apilamiento (14) con fluido oxidante o reductor o para extraer productos de reacción fuera del apilamiento (14), comprendiendo la placa (34) una cara de apoyo (40) que se apoya sobre un extremo del apilamiento (14) y al menos una cara de conexión (44) lateral dispuesta en frente de una cara de conexión (44) de otra placa (34) adyacente que pertenece a la abrazadera (30) de otro módulo (12) unido a dicho módulo (12), estando el o cada colector (36A, 36B, 36C, 36D, 36E, 36F) realizado en el interior de la placa (34) y desembocando por una boca (56) en la cara de conexión (44) y en frente de una boca (56) en la cara de conexión (44) de la otra placa (34) adyacente, para que los colectores (36A, 36B, 36C, 36D, 36E, 36F) de las dos placas (34) estén en comunicación fluidica, **caracterizado porque** la placa (34) está formada por una sola pieza de materia y está conectada a la otra placa (34) adyacente mediante medios de unión específicos (70) que realizan una unión únicamente entre estas dos placas (34).
2. Sistema de pila de combustible (10) de acuerdo con la reivindicación 1, que comprende una junta individual (62) dispuesta en la cara de conexión (44) de la placa (34), alrededor de la boca (56), para realizar la estanqueidad con la boca (56) en la cara de conexión (44) de la otra placa (34) adyacente.
3. Sistema de pila de combustible (10) de acuerdo con la reivindicación 2, en el que la cara de conexión (44) delimita un alojamiento anular (64) de recepción de la junta (62), rodeando el alojamiento anular (64) la boca (56).
4. Sistema de pila de combustible (10) de acuerdo con la reivindicación 2 o 3, en el que la junta (62) es tórica.
5. Sistema de pila de combustible (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones 2 a 4, que comprende una pluralidad de juntas (62), en el que las juntas (62) son idénticas unas a otras.
6. Sistema de pila de combustible (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que los medios de unión específicos (70) comprenden al menos un órgano de fijación (72) que se extiende a través de agujeros de fijación (74) enfrentados formados en las caras de conexión (44) enfrentadas de las placas (34) adyacentes.
7. Sistema de pila de combustible (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el o cada colector (36A, 36B, 36C, 36D, 36E, 36F) desemboca por al menos un orificio (58A, 58B, 58C, 58D, 58E) en la cara de apoyo (40) de la placa (34), para la conexión fluidica del colector (36A, 36B, 36C, 36D, 36E, 36F) con compartimentos anódicos o catódicos del apilamiento (14).
8. Sistema de pila de combustible (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el o cada colector (36A, 36B, 36C, 36D, 36E, 36F) desemboca en caras de conexión (44) opuestas de la placa (34).
9. Sistema de pila de combustible (10) de acuerdo con una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, en el que el o cada colector (36A, 36B, 36C, 36D, 36E, 36F) está orientado de forma prácticamente perpendicular a la dirección de apilamiento de las células (15).

50

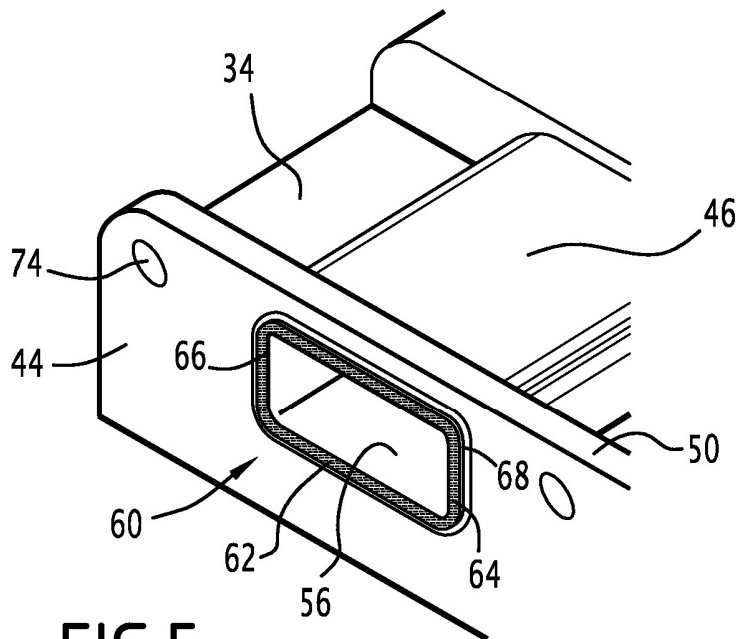




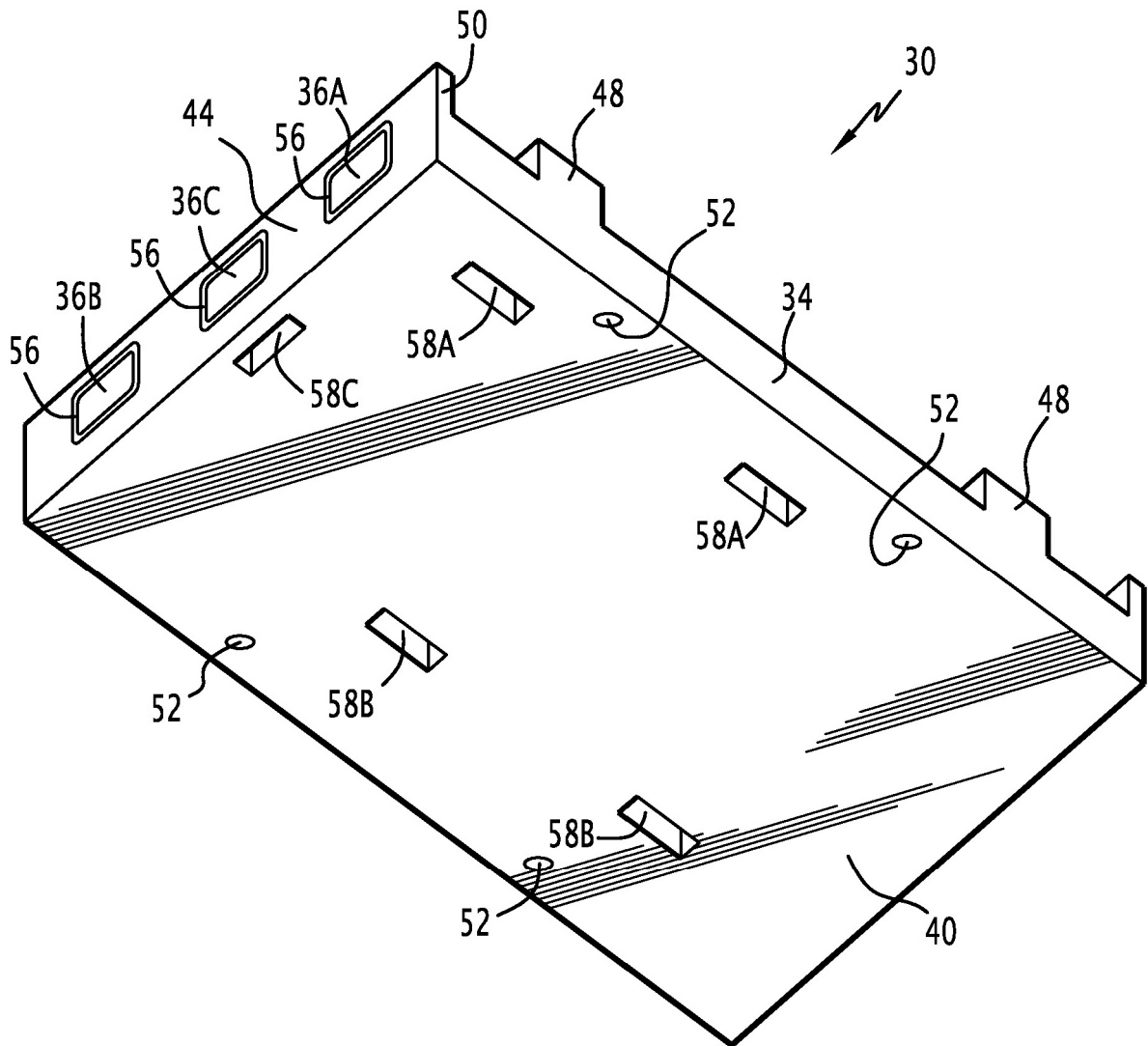
**FIG.2**



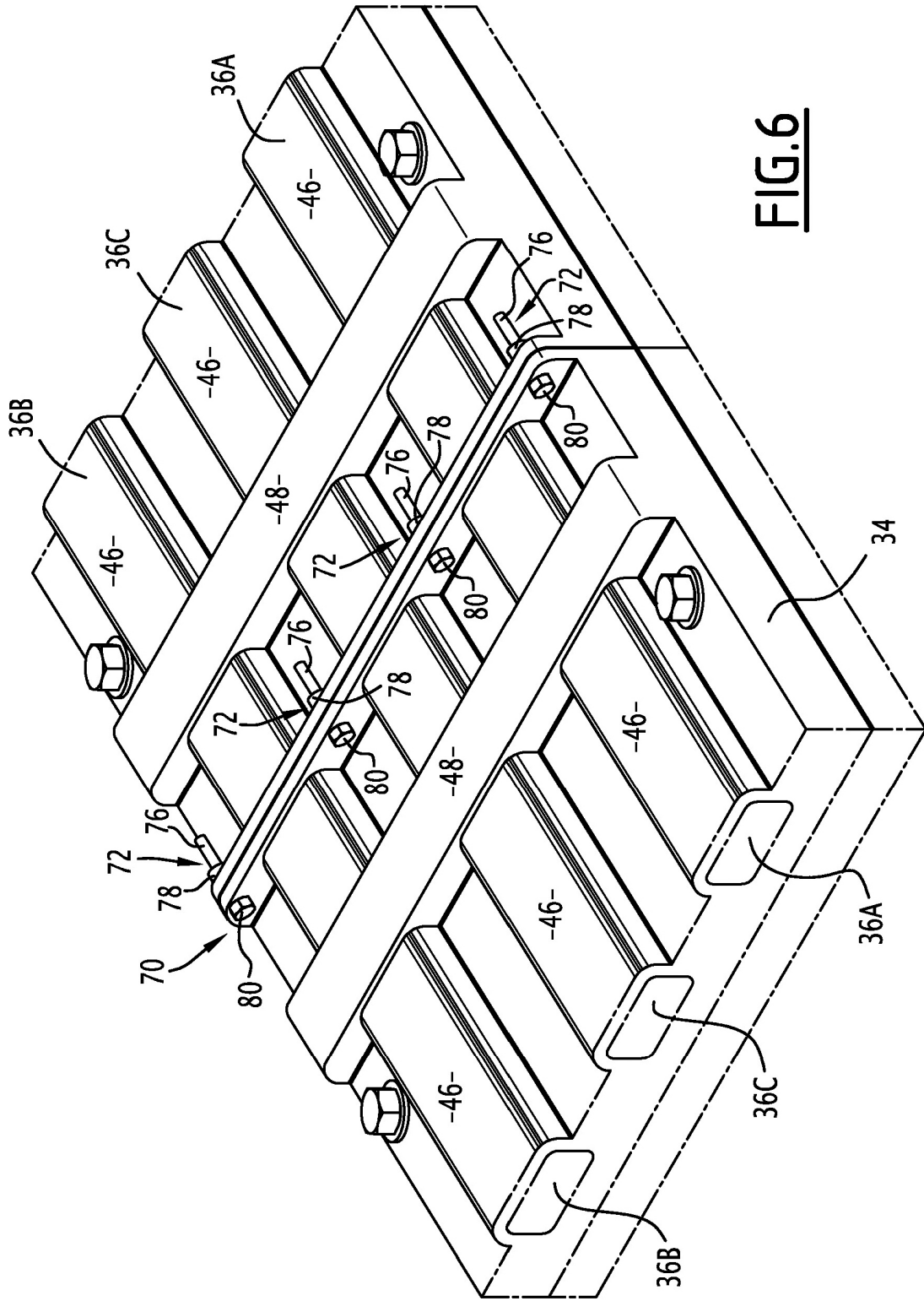
**FIG. 3**



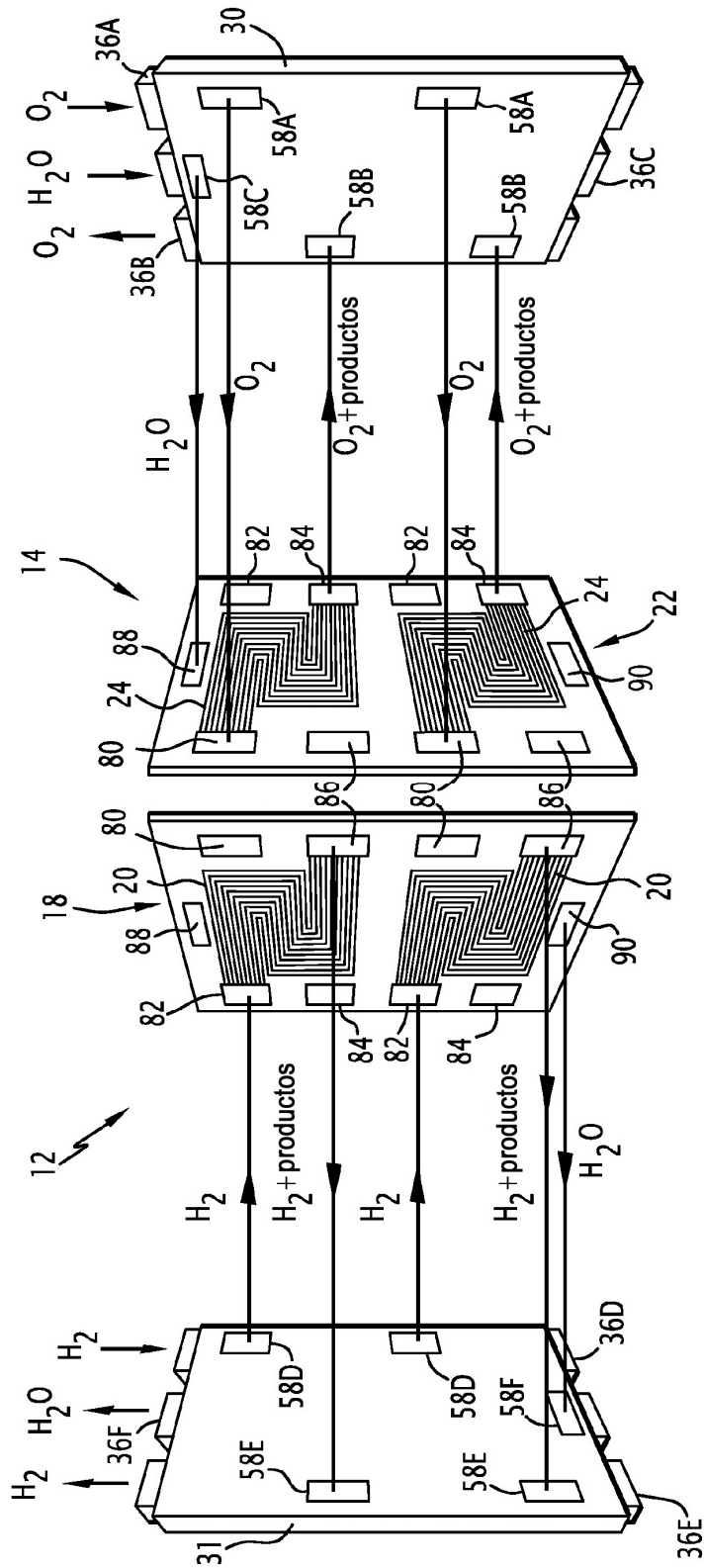
**FIG. 5**



**FIG. 4**



**FIG.6**



**FIG. 7**