

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 629 177**

51 Int. Cl.:

H01M 8/02 (2006.01)

H01M 8/1018 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **10.07.2013 PCT/EP2013/064538**

87 Fecha y número de publicación internacional: **16.01.2014 WO14009397**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **10.07.2013 E 13734797 (7)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **17.05.2017 EP 2873107**

54 Título: **Pila de combustible con aislamiento eléctrico mejorado**

30 Prioridad:

10.07.2012 FR 1256638

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

07.08.2017

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:

QUINTIERI, CHRISTIAN

74 Agente/Representante:

SALVA FERRER, Joan

ES 2 629 177 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 con aislamiento eléctrico mejorado

- 5 **[0001]** La presente invención se refiere a una pila de combustible, del tipo que comprende un apilamiento de al menos una celda electroquímica, adaptada para generar una corriente eléctrica a partir de una reacción de oxidorreducción entre un fluido oxidante y un fluido reductor, comprendiendo la o cada celda una placa conductora anódica, que delimita un canal de circulación del fluido reductor, una placa conductora catódica, que delimita un canal de circulación del fluido oxidante, y una membrana de intercambio iónico interpuesta entre las placas
10 conductoras, formando dicha membrana una barrera para los electrones libres.
- [0002]** Dichas pilas de combustible son conocidas y constituyen una solución ecológica de aporte de energía eléctrica.
- 15 **[0003]** Un problema que se plantea con ciertas pilas de combustible es la creación de un cortocircuito de las placas conductoras. Cuando ocurre dicho suceso, la pila de combustible no puede funcionar, e incluso corre el riesgo de resultar dañada definitivamente.
- [0004]** Para evitar que se produzcan dichos cortocircuitos, es posible prolongar la membrana de intercambio
20 iónico fuera de la zona activa de la celda en la que se produce la reacción de oxidorreducción. De este modo, el borde periférico exterior de la membrana de intercambio iónico está generalmente a ras con el borde periférico exterior de las placas conductoras. Generalmente, una junta se interpone entre la membrana y cada placa conductora para garantizar la estanqueidad, contribuyendo esta junta al aislamiento eléctrico de las placas.
- 25 **[0005]** Sin embargo, esta solución no resulta satisfactoria, en la medida en que el conjunto formado por juntas y por la membrana de intercambio iónico es generalmente demasiado fino para garantizar un buen aislamiento eléctrico entre las placas conductoras. Además, las líneas de fuga en el aire en el exterior del apilamiento son muy cortas y, siendo las pilas de combustible utilizadas generalmente en una atmósfera húmeda, existe un riesgo importante de que se produzca una ruptura dieléctrica en el aire que ocasiona un cortocircuito entre
30 las placas conductoras. Finalmente, es posible que, durante una operación de mantenimiento de la pila de combustible, un elemento conductor exterior se aloje entre las placas conductoras y forme un cortocircuito entre estas placas.
- [0006]** Una solución para compensar la falta de grosor del conjunto formado por la membrana y las juntas es
35 aportada por el documento JP 2002 352817, que propone depositar un material aislante eléctrico en la superficie de las placas conductoras, alrededor de la zona activa. Sin embargo, dicho depósito de material aislante sobre las placas conductoras constituye una operación costosa.
- [0007]** Para proteger la pila de combustible de elementos conductores exteriores y evitar las rupturas
40 dieléctricas en el aire, es posible envolver el apilamiento en una resina aislante. Esta solución es, no obstante muy restrictiva, en la medida en que impone una operación suplementaria en la fabricación de la pila de combustible, dificulta la disipación térmica en funcionamiento, y se opone a la dilatación térmica de las placas conductoras en funcionamiento. Además, el mantenimiento de la pila de combustible es complicado por la presencia de esta envuelta de resina.
- 45 **[0008]** Las soluciones mencionadas anteriormente no son, por lo tanto, completamente satisfactorias.
- [0009]** El documento US 2009/0162732 divulga, por otro lado, una pila de combustible en la que el borde
50 periférico exterior de las membranas de intercambio iónico sobresale ligeramente hacia el exterior con respecto al borde periférico exterior de las placas conductoras. Esta característica, tiene, sin embargo, como única función permitir una identificación fácil de las caras catódica y anódica de la membrana por un ensamblador.
- [0010]** Un objetivo de la invención es proponer una pila de combustible poco costosa, adaptada para evitar
55 que se produzca un cortocircuito entre las placas conductoras de la pila, y de fácil mantenimiento.
- [0011]** A tal efecto, la invención tiene por objeto una pila de combustible del tipo mencionado anteriormente, en la que la membrana se dispone con respecto a las placas conductoras, de modo que un borde periférico exterior de la membrana sobresalga hacia el exterior del apilamiento con respecto a las placas conductoras, para alargar las líneas de fuga aéreas entre dichas placas conductoras.

[0012] En realizaciones particulares de la invención, la pila de combustible presenta una o varias de las características siguientes, tomadas de forma aislada o siguiendo todas las combinaciones técnicamente posibles:

- 5 - el borde periférico exterior de la membrana se deja libre;
- cada placa conductora presenta un borde exterior periférico que está a una distancia D del borde exterior periférico de la otra placa conductora, y porque el borde periférico exterior de la membrana sobresale una longitud L con respecto a las placas conductoras, de modo que se cumple la relación siguiente: $2 \times L + D \geq 1 \text{ mm}$;
- la longitud L es superior a 0,3 mm;
- 10 - la distancia D es estrictamente inferior a 0,5 mm, y preferentemente estrictamente inferior a 0,4 mm;
- una capa aislante eléctrica sólida se interpone entre un borde exterior periférico de cada placa conductora y la membrana;
- el borde exterior periférico de cada placa conductora está a una distancia de más de 0,4 mm del borde exterior periférico de la otra placa conductora.

15

[0013] Otras características y ventajas de la invención aparecerán con la lectura de la descripción a continuación, dada únicamente a modo de ejemplo y realizada en referencia a los dibujos adjuntos, en los que:

- la figura 1 es una vista en corte de una mitad de una pila de combustible según la invención, y
20 - la figura 2 es una vista en corte de un detalle de la pila de combustible, según una variante de la invención.

[0014] La pila de combustible 12, representada en la figura 1, está adaptada para producir una corriente eléctrica mediante una reacción de oxidorreducción entre un fluido oxidante y un fluido reductor. A tal efecto, ésta comprende un apilamiento 14 de celdas electroquímicas 15, apiladas según una dirección longitudinal X de
25 apilamiento.

[0015] Por razones de simplificación, solamente se ha representado una mitad de la pila 12, cortada según un plano longitudinal mediano.

30 **[0016]** Cada celda 15 comprende un conjunto membrana-electrodo 16 intercalado según la dirección longitudinal X entre una placa conductora anódica 18 y una placa conductora catódica 20.

[0017] El conjunto membrana-electrodo 16 comprende una membrana 22 de intercambio iónico tomada en sándwich según la dirección longitudinal X entre un ánodo 24a y un cátodo 24b.
35

[0018] La membrana 22 separa los fluidos oxidante y reductor.

[0019] La membrana 22 es generalmente una membrana de intercambio protónico, adaptada para no dejar que los protones la atraviesen. En particular, la membrana 22 forma una barrera a los electrones libres. De este modo, aísla eléctricamente el ánodo 24a del cátodo 24b, y la placa anódica 18 de la placa catódica 20.
40

[0020] La membrana 22 es típicamente de material polimérico.

[0021] Un borde periférico exterior 25 de la membrana 22 sobresale hacia el exterior de la celda 15 con respecto al ánodo 24a y al cátodo 24b, perpendicularmente a la dirección longitudinal X. El borde periférico exterior 25 sobresale por toda la circunferencia de la membrana 22, de modo que se extienda alrededor del ánodo 24a y del cátodo 24b en un plano perpendicular a la dirección longitudinal X. De este modo, el ánodo 24a y el cátodo 24b no están a ras en ningún lugar el borde periférico exterior 25 de la membrana 22.
45

50 **[0022]** El ánodo 24a y el cátodo 24b comprenden, cada uno, un catalizador, típicamente platino o una aleación de platino, para facilitar la reacción. Están dispuestos uno en ángulo recto respecto al otro a uno y otro lado de la membrana 22, y definen juntos una zona activa de la celda 15 en la que se produce la reacción de oxidorreducción.

55 **[0023]** Cada placa conductora 18, 20 presenta un borde exterior periférico 26. Los bordes exteriores periféricos 26 de las placas conductoras 18, 20 están prácticamente alineados siguiendo la dirección longitudinal X. El borde exterior periférico 26 de cada placa conductora 18, 20 sobresale hacia el exterior del apilamiento 14 con respecto al ánodo 24a y al cátodo 24b, perpendicularmente a la dirección longitudinal X, por toda la circunferencia de la placa conductora 18, 20.

[0024] El borde exterior periférico 26 de la placa anódica 18 está a una distancia D, tomada según la dirección longitudinal X, del borde exterior periférico 26 de la placa catódica 20.

5 **[0025]** El borde periférico exterior 25 de la membrana 22 sobresale hacia el exterior del apilamiento 14 con respecto a las placas conductoras 18, 20, perpendicularmente a la dirección longitudinal X. El borde periférico exterior 25 sobresale por toda la circunferencia de la membrana 22 emergiendo de las placas conductoras 18, 20 por toda la circunferencia de las placas conductoras 18, 20 en un plano perpendicular a la dirección longitudinal X. De este modo, las placas conductoras 18, 20 no están a ras en ningún lugar el borde periférico exterior 25 de la
10 membrana 22.

[0026] El borde periférico exterior 25 sobresale una longitud L con respecto a las placas conductoras 18, 20, midiéndose la longitud L entre el borde periférico exterior 25 y el proyectado ortogonal, según la dirección longitudinal X, del borde exterior periférico 26 de cada placa conductora 18, 20 en la membrana 22.
15 Preferentemente, la longitud L es superior o igual a 0,2 mm, en particular a 0,3 mm.

[0027] En cualquier circunstancia, la longitud L cumple, con la distancia D, la relación siguiente:

$$2 \times L + D \geq 0,4 \text{ mm, en particular } 2 \times L + D \geq 1 \text{ mm}$$

20 **[0028]** De este modo, las líneas de fuga aéreas entre las placas conductoras 18, 20 de una misma celda, materializadas en la figura 1 mediante la línea discontinua 28, tienen una longitud superior a 0,4 mm, en particular superior a 1 mm. Las condiciones de aislamiento eléctrico impuestas por las normas CEI 62282-2 y CEI 62282-3-1 se respetan, por lo tanto.
25

[0029] Preferentemente, la región periférica exterior 27 de la membrana 22, comprende entre el borde exterior periférico 26 de cada placa 18, 20 y el borde periférico exterior 25 de la membrana 22, se deja libre. De este modo, no está capturada en una matriz de material, por ejemplo una matriz de resina aislante.

30 **[0030]** La placa anódica 18 delimita un conducto anódico 30 para la circulación del fluido reductor a lo largo del ánodo 24a y en contacto con éste. Para ello, la placa 18 está dotada de al menos un canal realizado en la cara de la placa 18 orientada hacia el conjunto membrana-electrodo 16 y encerrado por dicho conjunto membrana-electrodo 16. La placa anódica 18 está formada de un material conductor de electricidad, típicamente grafito. El fluido reductor utilizado es un fluido que comprende dihidrógeno, como por ejemplo dihidrógeno puro.
35

[0031] La placa catódica 20 delimita un conducto catódico 32 para la circulación del fluido oxidante a lo largo del cátodo 24b y en contacto con éste. Para ello, la placa 20 está dotada de al menos un canal realizado en la cara de la placa 20 orientada hacia el conjunto membrana-electrodo 16 y encerrado por dicho conjunto membrana-electrodo 16. La placa catódica 20 está formada de un material conductor de electricidad, típicamente grafito. El fluido oxidante utilizado es un fluido que comprende dióxígeno, como por ejemplo dióxígeno puro o una mezcla de aire y de dióxígeno.
40

[0032] El ánodo 24a está en contacto eléctrico con la placa anódica 18. El cátodo 24b está en contacto eléctrico con la placa catódica 20. Es a nivel del ánodo 24a donde tiene lugar la oxidación del fluido reductor y donde se generan los electrones y los protones. Los electrones transitan a continuación mediante la placa anódica 18 hacia el cátodo 24b de una celda 15 vecina, para participar en la reducción del fluido oxidante en la celda 15 vecina.
45

[0033] En el apilamiento 14, la placa anódica 18 de cada celda 15 está en contacto con la placa catódica 20 de la celda 15 vecina. Las placas conductoras 18, 20 garantizan de este modo la transferencia de los electrones del fluido reductor que circula en una de las celdas 15 del apilamiento 14 hacia el fluido oxidante que circula en otra celda 15 del apilamiento 14. Preferentemente, un canal (no representado) para la circulación de un fluido de refrigeración está formado en la interfase entre las placas anódica 18 y catódica 20.
50

[0034] Como variante, las placas anódica 18 y catódica 20 de dos celdas 15 vecinas del apilamiento 14 constituyen una sola pieza y forman juntas una placa bipolar.
55

[0035] La celda 15 comprende, además, juntas 34, 36 para garantizar la estanqueidad entre las placas conductoras 18, 20 por un lado, y el conjunto membrana-electrodo 16 por otro lado. Una primera junta 34 está interpuesta según la dirección longitudinal X entre la placa conductora anódica 18 y la membrana 22, y una segunda

junta 36 está interpuesta según la dirección longitudinal X entre la placa conductora catódica 20 y la membrana 22, en ángulo recto a la primera junta 34. Cada junta, respectivamente 34, 36, se extiende alrededor del ánodo 24a, respectivamente del cátodo 24b.

5 **[0036]** Las celdas 15 se mantienen apiladas gracias a placas de apriete (no representadas) dispuestas en los extremos longitudinales del apilamiento 14. Pernos de apriete (no representados) ejercen una fuerza de apriete sobre estas placas para mantenerlas en compresión contra las celdas 15.

10 **[0037]** En la variante representada en la figura 1, el borde exterior periférico 26 de cada placa conductora 18, 20 está a distancia de la membrana 22 siguiendo la dirección longitudinal X. En otros términos, el borde exterior periférico 26 está separado de la membrana 22. La distancia D es superior al grosor de la membrana 22.

15 **[0038]** En particular, un espacio vacío 40 está realizado entre el borde exterior periférico 26 de cada placa conductora 18, 20 y la membrana 22. En este espacio vacío 40 no está dispuesto ningún elemento sólido. De este modo, se facilita la fabricación del apilamiento 14.

[0039] La distancia D es entonces preferentemente estrictamente inferior a 0,4 mm. De este modo, el volumen del apilamiento 14 está limitado.

20 **[0040]** En la variante representada en la figura 2, una capa 42 de material aislante eléctrico, típicamente de resina, está depositada entre el borde exterior periférico 26 de cada placa conductora 18, 20 y la membrana 22. Cada capa 42 llena el espacio entre el borde exterior periférico 26 de la placa conductora 18, 20 correspondiente y la membrana 22. El borde periférico exterior 25 de la membrana 22 sobresale de las capas 42 de material aislante interpuesta entre la membrana 22 y cada placa conductora 18, 20, perpendicularmente a la dirección longitudinal X.

25 **[0041]** Las capas 42 de material aislante y la membrana 22 evitan el depósito de elemento conductor entre las placas conductoras 18, 20.

30 **[0042]** La distancia D es entonces superior a 0,4 mm, para respetar las normas CEI 62282-2 y CEI 62282-3-1.

[0043] Gracias a la invención, se evita que se produzca un cortocircuito entre las placas conductoras 18, 20 de una misma celda 15, a menor coste. En particular, las líneas de fuga aéreas entre las placas 18, 20 son suficientemente largas para evitar cualquier riesgo de ruptura dieléctrica, y las placas 18, 20 están protegidas de eventuales elementos conductores exteriores que entrarían en contacto con el apilamiento 14.

[0044] Además, se facilita el acceso a los elementos del apilamiento 14, lo que permite un fácil mantenimiento de la pila 12.

REIVINDICACIONES

1. Pila de combustible (12) que comprende un apilamiento (14) de al menos una celda electroquímica (15), adaptada para generar una corriente eléctrica a partir de una reacción de oxidorreducción entre un fluido oxidante y un fluido reductor, comprendiendo la o cada celda (15) una placa conductora anódica (18), que delimita un canal (30) de circulación del fluido reductor, una placa conductora catódica (20), que delimita un canal (32) de circulación del fluido oxidante, y una membrana de intercambio iónico (22) interpuesta entre las placas conductoras (18, 20), presentando cada placa conductora (18, 20) un borde exterior periférico (26) que está a una distancia D del borde exterior periférico (26) de la otra placa conductora (18, 20), y formando la membrana (22) una barrera para los electrones libres, y estando dispuesta con respecto a las placas conductoras (18, 20) de modo que un borde periférico exterior (25) de la membrana (22) sobresalga una longitud L hacia el exterior del apilamiento (14) con respecto a las placas conductoras (18, 20), **caracterizada porque** se cumple la relación siguiente: $2 \times L + D \geq 0,4$ mm, de modo que la membrana (22) alarga las líneas de fuga aéreas (28) entre dichas placas conductoras (18, 20).
- 15 2. Pila de combustible (12) según la reivindicación 1, **caracterizada porque** el borde periférico exterior (25) de la membrana (22) se deja libre.
3. Pila de combustible (12) según la reivindicación 1 o 2, **caracterizada porque** se cumple la relación siguiente: $2 \times L + D \geq 1$ mm.
- 20 4. Pila de combustible (12) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** la distancia D es estrictamente inferior a 0,5 mm, y preferentemente estrictamente inferior a 0,4 mm.
5. Pila de combustible (12) según cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizada porque** una capa (42) aislante eléctrica sólida se interpone entre un borde exterior periférico (26) de cada placa conductora (18, 20) y la membrana (22).
- 25 6. Pila de combustible (12) según la reivindicación 5, **caracterizada porque** el borde exterior periférico (26) de cada placa conductora (18, 20) está a una distancia de más de 0,4 mm del borde exterior periférico (26) de la otra placa conductora (18, 20).
- 30 7. Pila de combustible (12) según cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizada porque** la longitud L es superior a 0,2 mm.
- 35 8. Pila de combustible (12) según la reivindicación 7, **caracterizada porque** la longitud L es superior a 0,3 mm.

