

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 582 478**

51 Int. Cl.:

H01M 8/02 (2006.01)

H01M 8/10 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.03.2011** **E 11157452 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.05.2016** **EP 2372824**

54 Título: **Placa de pila de combustible, célula y pila correspondientes**

30 Prioridad:

30.03.2010 FR 1052354

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.09.2016

73 Titular/es:

**L'AIR LIQUIDE, SOCIÉTÉ ANONYME POUR
L'ÉTUDE ET L'EXPLOITATION DES PROCÉDÉS
GEORGES CLAUDE (100.0%)
Direction de la Propriété Intellectuelle 75 quai
d'Orsay
75007 Paris, FR**

72 Inventor/es:

**NOVET, THIERRY y
CLAUDE, ERIC**

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 582 478 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, célula y pila correspondientes

La presente invención se refiere a una placa de pila de combustible así como a una célula y a una pila que incluye tal placa.

5 La invención se refiere más a concretamente una placa de pila de combustible, en particular, para pila de combustible de tipo de membrana intercambiadora de protones ("PEM"), que incluye una cara reactiva destinada a transportar un gas comburente o un gas carburante hacia un ensamblaje electrodo-membrana (Assemblage Membrane Electrodes, MEA), la cara reactiva que incluye aristas en saliente que delimitan canales previstos para la circulación de gas, sobre al menos una parte de su altura las aristas que tienen una anchura decreciente en
10 dirección de su vértice según un plano de corte perpendicular al plano de la placa y perpendicular al eje de circulación del canal delimitado por las aristas en cuestión.

Las placas de pilas de combustibles están previstas para guiar los reactivos (comburente que contiene oxígeno y carburante que contiene hidrógeno) hasta el asiento de las reacciones electroquímicas de las pilas de combustibles. Más concretamente, en las pilas de tipo de membranas intercambiadoras de protones ("PEMFC") dos placas de pila toman en forma de sándwich un ensamblaje Membrana-Electrodos ("AME" en francés o "MEA" en inglés). El AME es el elemento estratégico de una célula de pila ya que es el asiento de las reacciones electroquímicas de la pila.
15

Hasta ahora, el desarrollo a gran escala de la tecnología de las pilas de combustibles "PEMFC" es limitado por los elevados costes respecto a la potencia eléctrica liberada. Una parte importante de este coste es atribuible al AME.

Las dos placas tienen, en particular, por función proporcionar los gases reactivos a la mayor parte posible de la superficie activa del AME (es decir, la superficie donde se encuentran los electrodos).
20

Para ello, las caras reactivas de las placas que se ponen en contacto con el AME incluyen a tal efecto canales de guiado del gas reactivo (una placa guía del comburente mientras que la otra placa guía el carburante). Los AME están dispuestos sobre las placas de tal modo que la superficie cubierta por la red de canales corresponde a la superficie activa de los AME. Se pueden entonces definir dos tipos de situaciones posibles para la superficie activa.

25 Como visible en la figura 1, la superficie activa del AME puede ser:

- i) bien sea en frente de la apertura 2 de un canal,
- ii) o bien en frente de una arista 3 que delimita el canal 2.

En el primer caso (i) de más arriba, el gas reactivo accede fácilmente al electrodo (AME), la superficie del AME correspondiente se denomina efectivamente "activa". En el segundo caso (ii) de más arriba, el acceso del gas reactivo al electrodo se impide (o al menos se limita), la superficie de AME correspondiente se denomina "inactiva" (al menos parcialmente).
30

Es así teóricamente posible calcular una tasa de utilización de la superficie potencialmente activa de los AME (es decir, la proporción de superficie potencialmente activa de los AME que es efectivamente activa).

Actualmente, la tasa de utilización efectiva de los AME es inferior al 100%. Es decir, que una parte de la superficie del electrodo así formado no es activa. Esta tasa de inutilización es variable según las condiciones (en función, en particular, del tipo de AME, de la geometría de las placas...). Se considera generalmente que una cuarta a tercera parte de la superficie activa del AME no se utiliza eficazmente en las células de pilas.
35

Esta tasa de utilización depende, en particular, de la geometría de la red de canales de las placas.

La geometría de los canales puede permitir aumentar esta tasa de utilización sin embargo, se somete esta geometría a otras obligaciones técnicas y/o económicas.
40

Una solución para aumentar esta tasa de utilización consiste así en prever canales delimitados por aristas de muy baja anchura A con respecto a la anchura O de los canales (véase figura 1).

Sin embargo, por razones de gestión térmica y de vida media de los AME, la anchura o los canales se deben limitar. Sin que esto sea limitativo, la firma solicitante considera que generalmente, la anchura de los canales debe ser preferentemente inferior a 2 mm aproximadamente.
45

Prever aristas de anchura muy baja posee otros problemas. En efecto, cuando la anchura de las aristas es muy baja, la fabricación de la placa sólo será posible por mecanizado. Este modo de fabricación aumenta considerablemente el coste de mecanizado de la placa.

Otra solución considerada para aumentar esta tasa de utilización consiste en utilizar espumas metálicas abiertas en lugar de canales. Es decir, en lugar de prever canales sobre la cara reactiva de las placas, los gases reactivos se
50

desplazan en los poros de las espumas metálicas tomadas en forma de sándwich contra el AME. Las espumas metálicas están así más en contacto con el AME que sobre zonas de contacto puntuales. Resulta así tasa de utilización elevada de los AME. Sin embargo, otros problemas se plantean. Así, las espumas metálicas tienen una baja resistencia a la corrosión. Sus propiedades se deterioran pues rápidamente y los productos de corrosión contaminan los AME. Además, la gestión de la distribución homogénea de los reactivos sobre la superficie de los AME y de la evacuación de los residuos y productos de reacción son más difícil de realizar. Finalmente, las propiedades mecánicas de los conjuntos así obtenidos no son satisfactorias.

Se constata, por lo tanto, que las vías de aumento de la tasa de utilización de la superficie útil de los AME son a menudo incompatibles con el modo de funcionamiento o de fabricación de las pilas.

10 Un objetivo de la presente invención es atenuar total o parcialmente los inconvenientes del estado de la técnica anterior observados más arriba.

A tal efecto, la célula de pila de combustible según la invención comprende dos placas, por otra parte conformes a la definición genérica que da el preámbulo descrito más arriba, que se caracteriza esencialmente porque el vértice de las aristas es curvo y convexo.

15 La arquitectura según la reivindicación 1 permite disminuir las pérdidas de carga en la circulación de los gases en los canales con respecto a los sistemas conocidos (en particular, el documento US 2002/0064702A1). La arquitectura reivindicada y, en particular, las dimensiones relativas permiten esta mejora facilitando al mismo tiempo el proceso de fabricación de las placas. Esta disminución de la pérdida de carga permite una reducción del consumo eléctrico de los compresores utilizados para hacer circular el gas (el aire).

20 Esta arquitectura permite una evacuación más fácil del agua producida. En efecto, del lado anódico y el lado catódico es necesario proceder a purgas para evacuar el agua líquida en los canales. La arquitectura permite aumentar la velocidad del gas admitido en los canales y una purga más eficaz a causa de las pérdidas de carga relativamente más baja.

Por otra parte, la célula de pila de combustible según la invención incluye las siguientes características:

- 25 - los lados de las aristas están inclinados con respecto a la dirección perpendicular al plano de la placa según un ángulo comprendido entre 5 y 50 grados y preferentemente entre 10 y 30 grados (medido por ejemplo a media altura de las aristas),
- los extremos superiores de las aristas son curvos a nivel de la unión entre los lados y el vértice de las aristas,
- 30 - los extremos inferiores de las aristas son curvos a nivel de la unión entre los lados de las aristas y la superficie de la placa que delimita el fondo de los canales,
- las aristas tienen una sección delimitada por una curva de forma general sinusoidal según un plano de corte perpendicular al plano de la placa y perpendicular al eje de circulación del canal delimitado por las aristas en cuestión,
- 35 - en corte según un plano perpendicular al plano de la placa y perpendicular al eje de circulación del canal delimitado por las aristas en cuestión, el fondo del canal y las aristas se conectan de manera continuamente curva según un perfil de forma general sinusoidal,
- en corte según un plano perpendicular al plano de la placa y perpendicular al eje de circulación del canal delimitado por las aristas en cuestión, la anchura de los canales a media altura de las aristas está
- 40 comprendida entre 1 y 1,5 mm,
- según un plano perpendicular al plano de la placa y perpendicular al eje de circulación del canal delimitado por las aristas en cuestión, las aristas tienen, a media altura, una anchura comprendida entre 0,5 y 1 mm.

Por otra parte, la célula de pila de combustible según la invención incluye una o varias de las características técnicas siguientes:

- 45 - el fondo de los canales es curvo y cóncavo
- el fondo de los canales posee una porción plana,
- la placa está constituida, al menos en parte, de material metálico o de aleación metálica embutida y/o moldeada y/o fabricada mecánicamente o químicamente,
- la placa está constituida al menos en parte de material compuesto moldeado y/o fabricado, por ejemplo un
- 50 compuesto carbono/polímero, o cualquier otro medio apropiado.

La invención se refiere también a una pila de combustible que incluye una o varias células conformes a una cualquier de las características siguientes o descritas más arriba.

La invención puede referir también a cualquier dispositivo o procedimiento alternativo que incluye cualquier combinación de las características citadas más arriba o siguientes.

5 Otras particularidades y ventajas aparecerán con la lectura de la siguiente descripción, hecha en referencia a las figuras en las cuales:

- la figura 1 representa una vista en perspectiva, esquemática y parcial, de un detalle de un corte de un Ensamblaje Membrana-Electrodos tomado en forma de sándwich entre dos placas de pila según una primera configuración clásica,

10 - la figura 2 representa en corte, esquemático y parcial, un detalle de una placa de pila según una segunda configuración clásica,

- la figura 3 representa en corte, esquemática y parcial, un detalle de una placa de pila según un ejemplo de realización de la invención.

15 La figura 1 ilustra un ejemplo de canales 2 delimitados por aristas 3 de sección rectangular (perfil en muescas). Este perfil se puede obtener por mecanizado de una placa.

La hipótesis puede hacer que la proporción de la superficie del Ensamblaje Membrana Electrodo 5 (AME) efectivamente activo %Sact es asimilable a la fracción de la superficie de la placa con respecto a los canales 2 (%Sact = anchura abierta O por unidad de longitud L).

20 Para comprobar esta hipótesis, la firma solicitante proporcionó una experiencia que consiste en hacer variar esta relación O/L, siendo, por otra parte, además todas las condiciones iguales.

Se ensayaron tres valores de proporción activa %Sact. Las densidades de corriente obtenidas a una tensión de célula de 0,6 V (valor típico de funcionamiento nominal) han sido comparadas.

Los resultados ponen de manifiesto que la densidad de corriente es globalmente proporcional a esta proporción activa %Sact.

25 A causa de las propiedades de los materiales y de las tensiones de funcionamiento de las pilas, el valor de proporción activo %Sact está generalmente comprendido entre 67% y 75% para placas mecanizadas.

La firma solicitante constató que esta proporción activa se puede mejorar sin penalizar las condiciones de funcionamiento o de fabricación de la placa.

30 Para eso, la firma solicitante puso de relieve que al curvar al menos en parte la porción superior de las aristas, se podía constatar una mejora.

La firma solicitante hizo la hipótesis que, durante la sujeción de las placas contra el AME 5, el vértice de las aristas penetra en la capa de difusión del AME sobre una distancia de 50 a 80 micrómetros aproximadamente. Para las necesidades de la demostración, se retiene el valor medio de 60 micrómetros.

35 Al conferir a las aristas 3 una sección de forma de tipo sinusoidal tal como se representa en la figura 2, la firma solicitante calculó que la proporción activa %Sact del ejemplo de la figura 3 es del orden de %Sact = 78,5%.

Este perfil sinusoidal incluye preferentemente:

- un fondo 12 de canal cóncavo y se conecta continuamente con el perfil de las aristas 3,

40 - lados 13 de aristas inclinados que forman un estrechamiento de la anchura de las aristas en dirección del vértice 23 (por ejemplo, a media altura el lado de la arista en la inclinación con respecto a la perpendicular al plano de la placa comprendida entre 5 y 50 grados y preferentemente entre 10 y 30 grados),

- un vértice 23 de la arista convexa.

Esta geometría se mecanizó sobre placas de material compuesto.

45 Una verificación experimental comparó este perfil con un perfil clásico moldeado. La geometría según la figura 3 permitió obtener una proporción activa %Sact de 78,5% contra 64% para un perfil clásico de una placa de material compuesto moldeado.

La densidad de corriente (en A/cm²) a una tensión de 0,6 V obtenida para la realización de la figura 3 es de 0,726 A/cm², contra 0,631 A/cm² para el perfil clásico de sección rectangular. La ganancia en densidad de corriente es así del orden de 15%.

Esto demuestra la eficacia de la invención incluso si la relación densidad de corriente/proporción activa %Sact no confirma completamente las hipótesis de la salida. En efecto, esta relación (densidad de corriente/%Sact) constatado es de aproximadamente 0,98 para la geometría clásica de la figura 2 contra aproximadamente 0,93 para la geometría según la invención (figura 3).

- 5 Los rendimientos según la invención se mejoran también con respecto a la geometría de la figura 2 obtenida por moldeado en la que las aristas 3 tienen, en sección transversal, una forma general trapezoidal con un vértice 23 plano. La placa clásica según la figura 2 se puede obtener de material compuesto carbono/polímero moldeado.

- 10 Durante la sujeción de las placas contra el AME 5, el vértice de las aristas del perfil de la figura 2 penetra en la capa de difusión del AME sobre una distancia de 50 a 80 micrómetros aproximadamente. Se desprende que la proporción de la superficie del AME efectivamente activo %Sact es asimilable a una parte de la arista 3 añadida de la parte de las zonas curvas que penetran en la capa de difusión del AME 5.

Esta configuración permite obtener una proporción activa %Sact del orden de 70%, inferior en rendimiento según la invención.

- 15 La geometría original según la invención permite así un aumento importante de la tasa de utilización del AME sin penalizar el funcionamiento o el coste de fabricación de la placa. En efecto, esta geometría es compatible con los métodos de fabricación de las placas denominadas de estampado y de moldeado. Es decir, los métodos dados como los más prometedores.

- 20 La invención permite así aumentar la tasa de utilización de la superficie activa del AME. Esto permite generar un aumento de la potencia eléctrica liberada por cada AME y en consecuencia reducir el coste de una pila de combustible por kW producido.

- 25 Por supuesto, la invención no se limita al perfil sinusoidal descrito más arriba. En particular, en corte según un plano perpendicular al plano de la placa y perpendicular al eje de circulación del canal 2 delimitado por las aristas 3 en cuestión, el fondo del canal 2 y las aristas 3 se pueden conectar de manera continuamente curva según un perfil que se aproxima a un senoide, por ejemplo un senoide asimétrico (es decir, en el cual la arista 3 y la abertura 2 no tienen la misma anchura y/o tampoco el mismo radio de curvatura).

REIVINDICACIONES

- 5 1.- Célula de pila de combustible que incluye dos placas que toman en forma de sándwich un Ensamblaje Membrana Electrodo (5), caracterizada porque las placas incluyen, cada una, una cara (1) reactiva destinada a transportar un gas comburente o un gas carburante hacia un Ensamblaje Membrana Electrodo (5), incluyendo la cara (1) reactiva aristas (3) en saliente que delimitan canales (2) previstos para la circulación de gas, teniendo las aristas (3) sobre al menos una parte de su altura una anchura decreciente en dirección de su vértice según un plano de corte perpendicular al plano de la placa y perpendicular al eje de circulación del canal (2) delimitado por las aristas (3) en cuestión, siendo el vértice (23) de las aristas (3) curva y convexa, teniendo las aristas (3) una sección delimitada por una curva de forma general sinusoidal según un plano de corte perpendicular al plano de la placa y perpendicular al eje de circulación del canal (2) delimitado por las aristas (3) en cuestión, siendo los extremos superiores de las aristas (3) curvos en la unión entre los lados (13) y el vértice (23) de las aristas (3), siendo los extremos inferiores de las aristas (3) curvos en la unión entre los lados (13) de las aristas y la superficie de la placa que delimita el fondo (12) de los canales (2), caracterizado porque en corte según un plano perpendicular al plano de la placa y perpendicular al eje de circulación del canal (2) delimitado por las aristas (3) en cuestión, la anchura de los canales (2) a media altura de las aristas (3) está comprendida entre 1 y 1,5 mm, y porque según un plano perpendicular al plano de la placa y perpendicular al eje de circulación del canal (2) delimitado por las aristas (3) en cuestión, las aristas (3) tienen, a media altura, una anchura comprendida entre 0,5 y 1 mm y porque los lados (13) de las aristas (3) se inclinan con respecto a la dirección perpendicular al plano de la placa según un ángulo comprendido entre 5 y 50 grados y preferentemente entre 10 y 30 grados, y porque, en corte según un plano perpendicular al plano de la placa y perpendicular al eje de circulación del canal (2) delimitado por las aristas (3) en cuestión, el fondo del canal (2) y las aristas (3) se conectan de manera continuamente curva según un perfil de forma general sinusoidal.
- 10
- 15
- 20
- 2.- Célula según la reivindicación 1, caracterizada porque el fondo (2) de los canales (2) es curvo y cóncavo.
- 3.- Célula según la reivindicación 1 ó 2, caracterizada porque el fondo de los canales (2) posee una porción plana.
- 25 4.- Célula según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada porque cada placa está constituida en parte al menos por material metálico o de aleación metálica embutido y/o moldeado y/o mecanizado mecánica o químicamente.
- 5.- Célula según una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizada porque cada placa está constituida en parte al menos por material compuesto moldeado y/o mecanizado tal como un compuesto carbono/polímero.
- 6.- Pila de combustible que incluye unas o varias células conformes a una cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5.

30

