

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 556 107**

51 Int. Cl.:

H01M 4/86 (2006.01)

H01M 8/02 (2006.01)

H01M 8/04 (2006.01)

H01M 8/08 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **29.12.2004 E 04815619 (4)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **18.11.2015 EP 1839361**

54 Título: **Conjunto de pilas de combustible que tiene características de larga duración**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
13.01.2016

73 Titular/es:

**DOOSAN FUEL CELL AMERICA, INC. (100.0%)
195 Governor's Highway
South Windsor CT 06074, US**

72 Inventor/es:

**BREAULT, RICHARD D. y
FREDLEY, ROBERT R.**

74 Agente/Representante:

ISERN JARA, Jorge

ES 2 556 107 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

Conjunto de pilas de combustible que tiene características de larga duración

5 1. Campo de la invención

La presente invención se refiere, en general, a unos conjuntos de pilas de combustible. Más específicamente, la presente invención se refiere a las características de los conjuntos de pilas de combustible para extender la vida de funcionamiento.

10

2. Descripción de la técnica relacionada

Las pilas de combustible están ganando cada vez mayor aceptación y uso. Un desafío al que se enfrentan los diseñadores de las pilas de combustible y de los conjuntos de pilas de combustible es lograr suficiente vida de funcionamiento de planta de energía. Hay un esfuerzo continuo para mejorar el rendimiento de las pilas de combustible que incluye el aumento de la potencia disponible para un coste y un volumen dados de la planta de energía y el aumento de la vida útil de una planta de energía.

15

Una disposición ventajosa se muestra en la patente de Estados Unidos Nº 5.558.955, que incluye un campo de flujo de cátodo no poroso e hidrofóbico que proporciona cualidades de tasa de absorción de ácidos mejoradas. En un ejemplo de un conjunto de pilas de combustible realizado de acuerdo con las enseñanzas de dicho documento, la vida de funcionamiento útil del conjunto es de aproximadamente cinco años. Sería ventajoso proporcionar conjuntos de pilas de combustible de mayor duración.

20

Otra mejora en el funcionamiento de las pilas de combustible, que tiende a extender la vida útil de un conjunto de pilas de combustible reduciendo la pérdida de electrolitos se muestra en las patentes de Estados Unidos relacionadas 4.345.008 y 4.414.291. Una zona de condensación se muestra en esas patentes que es útil para la condensación de un electrolito a partir de una corriente de gas antes de que salga del conjunto. La reducción de la pérdida de electrolitos mejora la capacidad para sustentar una vida útil de funcionamiento de pila de combustible de mayor duración.

25

30

Otra característica útil se muestra en la patente de Estados Unidos Nº 4.035.551, que proporciona un sustrato de electrodo hidrofóbico que funciona como una capa de depósito de electrolito. Una disposición de este tipo mejora las capacidades de retención de electrolitos.

35

Aunque ha habido mejoras y avances individuales en el funcionamiento de las pilas de combustible, nadie ha proporcionado un enfoque integrado que maximice la vida útil de un conjunto de pilas de combustible mientras que se minimiza el tamaño y el coste de los componentes tales como las placas de depósito de electrolito. La presente invención aborda esta necesidad e incluye un enfoque único para minimizar la tasa de rendimiento y la pérdida de ácido experimentadas por una pila de combustible.

40

Sumario de la invención

De acuerdo con la presente invención, se proporciona un conjunto de pilas de combustible como se expone en la reivindicación 1.

45

También de acuerdo con la presente invención, se proporciona un método para hacer funcionar un conjunto de pilas de combustible de ácido fosfórico como se expone en la reivindicación 14.

La combinación de características de los conjuntos de pilas de combustible de ejemplo proporciona una mejora significativa de la vida de funcionamiento del conjunto. Un ejemplo divulgado tiene dos veces la vida útil en comparación con una disposición conocida.

50

Las diversas características y ventajas de la presente invención serán evidentes para los expertos en la materia a partir de la siguiente descripción detallada de una realización actualmente preferida. Los dibujos que acompañan a la descripción detallada pueden describirse brevemente de la siguiente manera.

55

Breve descripción de los dibujos

La figura 1 es una ilustración en sección transversal esquemática de unas partes seleccionadas de un conjunto de pila de combustible de ejemplo.

60

La figura 2 es una ilustración en sección transversal esquemática de unas partes seleccionadas de un conjunto de pilas de combustible de ejemplo que muestra las características ahora ilustradas en la figura 1.

65

Descripción detallada de las realizaciones preferidas

Las figuras 1 y 2 muestran unas partes seleccionadas de un conjunto de pilas de combustible 2. Un ejemplo incluye las pilas de combustible de ácido fosfórico en el conjunto 2.

5 Una capa de placa separadora 16 tiene asociadas las capas de campo de flujo 12 y 12'. En un ejemplo, las capas de campo de flujo son no porosas e hidrofóbicas. En un ejemplo, las capas de campo de flujo no porosas e hidrofóbicas se fabrican de acuerdo con las enseñanzas de la patente de Estados Unidos N° 5.558.955. Una diferencia significativa entre esta disposición de ejemplo y la que se divulga en esa patente anterior es que ambas capas de campo de flujo son no porosas e hidrofóbicas en este ejemplo. En un ejemplo, las capas de campo de flujo comprenden tanto grafito en escamas natural como una resina hidrofóbica, que está disponible comercialmente en DuPont.

15 Una ventaja de usar las capas de campo de flujo no porosas e hidrofóbicas 12 y 12' es que proporcionan una tasa de absorción de ácido deseada, que facilita la vida de la pila de combustible extendida. De acuerdo con una característica de la invención, las capas de campo de flujo proporcionan una tasa de absorción de ácido de menos de $0,10 \text{ mg khr}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$.

20 Unas matrices de retención de electrolito 6, 6' están entre las capas de catalizador correspondientes 8 y 8' como puede apreciarse a partir de los dibujos. La matriz de retención de electrolito 6-6' tiene una tasa de reacción con el ácido fosfórico de menos de $0,010 \text{ mg khr}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$. En un ejemplo, la matriz de retención de electrolito 6-6' consume ácido fosfórico a una tasa ventajosamente baja, en parte, debido a que comprende carburo de silicio. En un ejemplo, la matriz de retención de electrolito 6-6' comprende un polvo de carburo de silicio con un tamaño medio de partícula de 3 micrómetros y la matriz tiene un espesor de 0,05 mm. Una disposición de este tipo, por ejemplo, consumirá ácido fosfórico a una tasa de menos de $0,010 \text{ mg khr}^{-1} \cdot \text{cm}^{-2}$ debido a la lenta reacción entre el ácido fosfórico y el carburo de silicio para formar fosfato de silicio.

30 Las capas de catalizador 8 y 8' están en lados opuestos de las matrices de retención de electrolito 6-6'. En el ejemplo ilustrado, la capa de catalizador 8 es una capa de catalizador de cátodo, mientras que la capa de catalizador 8' es una capa de catalizador de ánodo.

35 Cada una de las capas de catalizador tiene un sustrato hidrofóbico asociado que actúa como un depósito de electrolito. En el ejemplo de la figura 1, los sustratos hidrofóbicos 10 y 10' están asociados con cada una de las capas de catalizador 8 y 8', respectivamente.

Los sustratos hidrofóbicos de la realización de ejemplo de preferencia están diseñados de acuerdo con las enseñanzas de la patente de Estados Unidos N° 4.035.551.

40 Los sustratos hidrofóbicos 10-10' tienen un contenido de ácido fosfórico transferible inicial de menos de 45 mg/cm^2 . Esto se logra en un ejemplo usando unos sustratos hidrofóbicos de 0,46 mm de espesor que son aproximadamente un 70% porosos y tienen un volumen de huecos que se llena aproximadamente un 40% en una condición inicial con el ácido fosfórico transferible.

45 En otro ejemplo, los sustratos hidrofóbicos tienen un contenido de ácido fosfórico transferible inicial de menos de 35 mg/cm^2 . En un ejemplo, esto se logra llenando un 40% del volumen de huecos de los sustratos hidrofóbicos de 0,37 mm de espesor que son porosos un 70%.

50 Más preferentemente, los sustratos hidrofóbicos tienen un contenido de ácido fosfórico transferible inicial que es menor que 25 mg/cm^2 . En un ejemplo, esto se logra usando unos sustratos hidrofóbicos de 0,25 mm de espesor que son aproximadamente un 70% porosos y tienen un volumen de huecos que se llena un 40% en una condición inicial con el ácido fosfórico transferibles.

55 Como se conoce, hay dos clases de electrolito dentro de una pila de combustible de ácido fosfórico típica. El así llamado ácido no transferible es ese volumen de ácido que se retiene en los poros de la matriz de electrolito 6-6' y en los poros de las juntas húmedos 20, 22. La pérdida de ácido a partir de la matriz de electrolito 6-6' o de las juntas de borde 20, 22 conduce a un cruce de gas que resulta en la mezcla de combustible con un oxidante y en el fallo de la pila. La otra clase de electrolito es el así llamado ácido transferible. El exceso de ácido se añade normalmente a una pila en el conjunto que puede perderse lentamente a lo largo de la vida de la pila sin impedir el rendimiento o la fiabilidad de la pila. Tal ácido se denomina como ácido transferible. Hay tres mecanismos por los que normalmente se pierde el ácido transferible: la evaporación en corrientes de reactante que salen de la pila, la absorción por los componentes de pila y la reacción con los componentes de pila. La distribución de tamaño de poro de los componentes de pila están diseñados de una manera conocida de tal manera que el tamaño de poro de los componentes que contienen el ácido no transferible es más pequeño que el tamaño de poro de los componentes que contienen el ácido transferible. Una configuración de este tipo garantiza que los poros más pequeños siempre estarán llenos de electrolito debido a la acción de las fuerzas capilares.

El ejemplo ilustrado en las figuras 1 y 2 incluye una zona de condensación 24 en la que el electrolito que se ha evaporado en una corriente de reactante se condensa y vuelve a los sustratos hidrofóbicos 10-10'. En un ejemplo, la zona de condensación 24 está diseñada de acuerdo con las enseñanzas de la patente de Estados Unidos N° 4.345.008. En el ejemplo ilustrado, las partes más frías 26 incluyen una pluralidad de tubos 28 a través de los cuales fluye un fluido de refrigeración de una manera conocida. Como ambas capas de catalizador 8 y 8' no se extienden en las zonas de condensación 24, esas partes se denominan como las partes no reactivas del conjunto de pilas.

En un ejemplo, las zonas de condensación garantizan que el reactante que sale de la pila tiene una temperatura de menos de 300 °F (150 °C) y preferentemente de menos de 280 °F (140 °C). En un ejemplo, la zona de condensación enfría un vapor que pasa procedente del conjunto a una temperatura de menos de 140 °C. El mantenimiento de tales temperaturas reduce la pérdida de ácido y extiende la vida de la pila de combustible.

En una implementación del ejemplo divulgado, el conjunto de pilas de combustible 20 tiene una temperatura de salida de reactante que es de 45 °F (25 °C) menor que de un conjunto de pilas de combustible anteriormente conocido. En un ejemplo, esta diferencia da como resultado una tasa de pérdida de ácido para el ejemplo divulgado que es de aproximadamente una quinta parte del conjunto de pilas de combustible conocido.

En una implementación del ejemplo ilustrado, un inventario de ácido transferible inicial de 25 mg/cm² es significativamente menor que los 65 mg/cm² del conjunto de pilas de combustible conocido. Al mismo tiempo, sin embargo, el ejemplo ilustrado tiene una vida estimada de 90.000 horas, que es aproximadamente el doble que para la pila de combustible conocida. Un contribuyente importante a esta vida extendida es la tasa de pérdida de ácido reducida para el ejemplo divulgado. En una implementación, la tasa de pérdida de ácido del ejemplo ilustrado es 0,27 mg khr⁻¹ cm² en comparación con una tasa de pérdida de 1,36 mg khr⁻¹ cm² del conjunto de pilas de combustible conocido anteriormente. En consecuencia, el ejemplo ilustrado proporciona una vida de pila de combustible útil de aproximadamente diez años en comparación con una vida típica de cinco años para los conjuntos de pilas de combustible conocidos.

Mientras que cada una de las características del ejemplo ilustrado tiene potencialmente unos beneficios de extensión de la vida, la combinación de las mismas proporciona la capacidad de doblar de manera efectiva la esperanza de vida útil de un conjunto de pilas de combustible. El efecto sinérgico de combinar de manera efectiva estas características extiende la vida de las pilas de combustible de una manera inesperada.

REIVINDICACIONES

1. Un conjunto de pilas de combustible (2), que comprende:
- 5 una placa separadora (16);
una primera capa de campo de flujo (12) y una segunda capa de campo de flujo (12') asociadas con la placa separadora (16),
una matriz de retención de electrolito (6, 6');
una capa de catalizador de cátodo (8);
10 una capa de catalizador de ánodo (8'); y
una zona de condensación (24);
caracterizado por las capas de campo de flujo (12, 12') que tienen una tasa de absorción de ácido de menos de $0,10 \text{ mg.khr}^{-1}.\text{cm}^{-2}$;
la matriz de retención de electrolito (6, 6') que tiene una tasa de reacción con el ácido fosfórico de menos de $0,010 \text{ mg.khr}^{-1}.\text{cm}^{-2}$;
15 la zona de condensación (24) que proporciona una tasa de pérdida de ácido fosfórico por evaporación de menos de $0,27 \text{ mg.khr}^{-1}.\text{cm}^{-2}$; y
que comprende unos sustratos hidrofóbicos (10, 10') asociados con las capas de catalizador (8, 8'), teniendo los sustratos hidrofóbicos (10, 10') un contenido de ácido fosfórico transferible inicial de menos de 45 mg/cm^2 .
- 20 2. El conjunto de la reivindicación 1, en el que los sustratos hidrofóbicos (10, 10') son 70% porosos y tienen un volumen de huecos que se llena un 40% en una condición inicial con el ácido fosfórico transferible y tienen un espesor de 0,46 mm.
- 25 3. El conjunto de la reivindicación 1, en el que el contenido de ácido fosfórico transferible de los sustratos hidrofóbicos (10, 10') es de menos de 35 mg/cm^2 .
4. El conjunto de la reivindicación 3, en el que los sustratos hidrofóbicos (10, 10') son 70% porosos y tienen un volumen de huecos que se llena un 40% en una condición inicial con el ácido fosfórico transferible y tienen un
30 espesor de 0,37 mm.
5. El conjunto de la reivindicación 1, en el que el contenido de ácido fosfórico transferible de los sustratos hidrofóbicos (10, 10') es de menos de 25 mg/cm^2 .
- 35 6. El conjunto de la reivindicación 5, en el que los sustratos hidrofóbicos (10, 10') son 70% porosos y tienen un volumen de huecos que se llena un 40% en una condición inicial con el ácido fosfórico transferible y tienen un espesor de 0,25 mm.
7. El conjunto de la reivindicación 1, en el que la matriz de retención de electrolito (6, 6') comprende polvo de carburo de silicio que tiene un tamaño medio de partícula de 3 micrómetros y tiene un espesor de 0,05 mm.
- 40 8. El conjunto de la reivindicación 1, en el que la zona de condensación (24) está cerca de un borde del conjunto y tiene una longitud y en el que al menos la capa de catalizador de cátodo (8) está separada del borde por al menos la longitud de la zona de condensación (24).
- 45 9. El conjunto de la reivindicación 8, que incluye una parte de refrigeración (26) que tiene una mayor tasa de enfriamiento cerca de la zona de condensación (24) que cerca de otras partes del conjunto.
10. El conjunto de la reivindicación 1, en el que la zona de condensación (24) enfría un vapor que pasa procedente del conjunto a menos de $140 \text{ }^\circ\text{C}$.
- 50 11. El conjunto de la reivindicación 1, en el que la zona de condensación (24) proporciona una tasa de pérdida de ácido fosfórico por evaporación de menos de $0,17 \text{ mg.khr}^{-1}.\text{cm}^{-2}$.
- 55 12. El conjunto de la reivindicación 1, en el que las capas de campo de flujo (12, 12') son hidrofóbicas y no porosas.
13. El conjunto de la reivindicación 12, en el que las capas de campo de flujo (12, 12') comprenden grafito en escamas y una resina hidrofóbica.
- 60 14. Un método de hacer funcionar un conjunto de pilas de combustible de ácido fosfórico, caracterizado por:
- mantener una tasa de absorción de ácido de menos de $0,10 \text{ mg.khr}^{-1}.\text{cm}^{-2}$
mantener una tasa de reacción de una matriz de electrolito con ácido fosfórico de menos de $0,010 \text{ mg.khr}^{-1}.\text{cm}^{-2}$;
proporcionar unos sustratos hidrofóbicos con un contenido de ácido fosfórico transferible inicial de menos de 45 mg/cm^2 ; y
65 mantener una tasa de pérdida de ácido fosfórico por evaporación de menos de $0,27 \text{ mg.khr}^{-1}.\text{cm}^{-2}$.

ES 2 556 107 T3

15. El método de la reivindicación 14, que incluye mantener una tasa de pérdida de ácido fosfórico por evaporación de menos de $0,17 \text{ mg.khr}^{-1}.\text{cm}^{-2}$.
- 5 16. El método de la reivindicación 15, que incluye un vapor de refrigeración que sale del conjunto a una temperatura que es menor de $140 \text{ }^{\circ}\text{C}$.
17. El método de la reivindicación 14, que incluye proporcionar los sustratos hidrofóbicos con menos de 35 mg/cm^2 de ácido fosfórico.
- 10 18. El método de la reivindicación 17, que incluye proporcionar los sustratos hidrofóbicos con menos de 25 mg/cm^2 de ácido fosfórico.

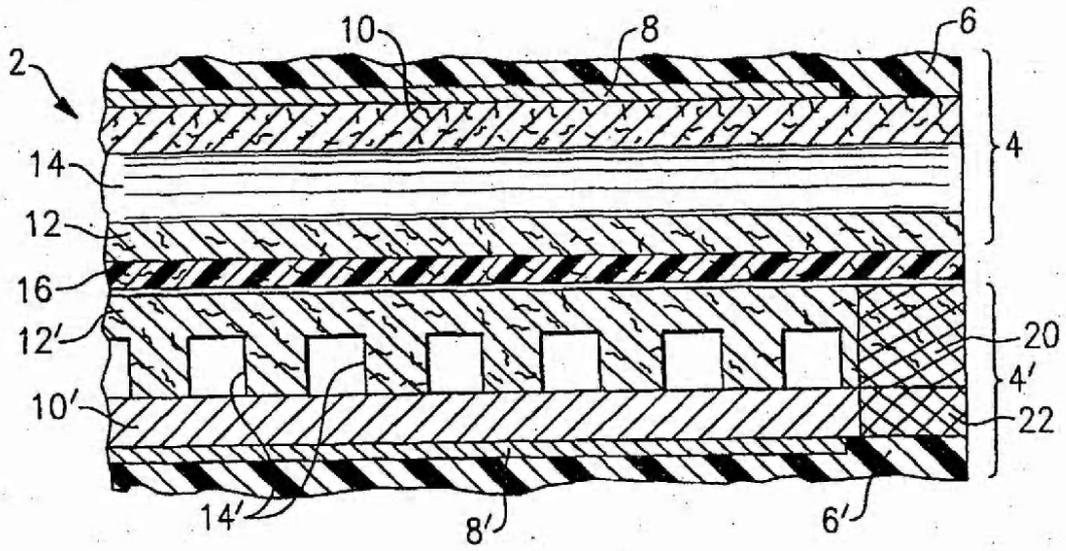


FIG. 1

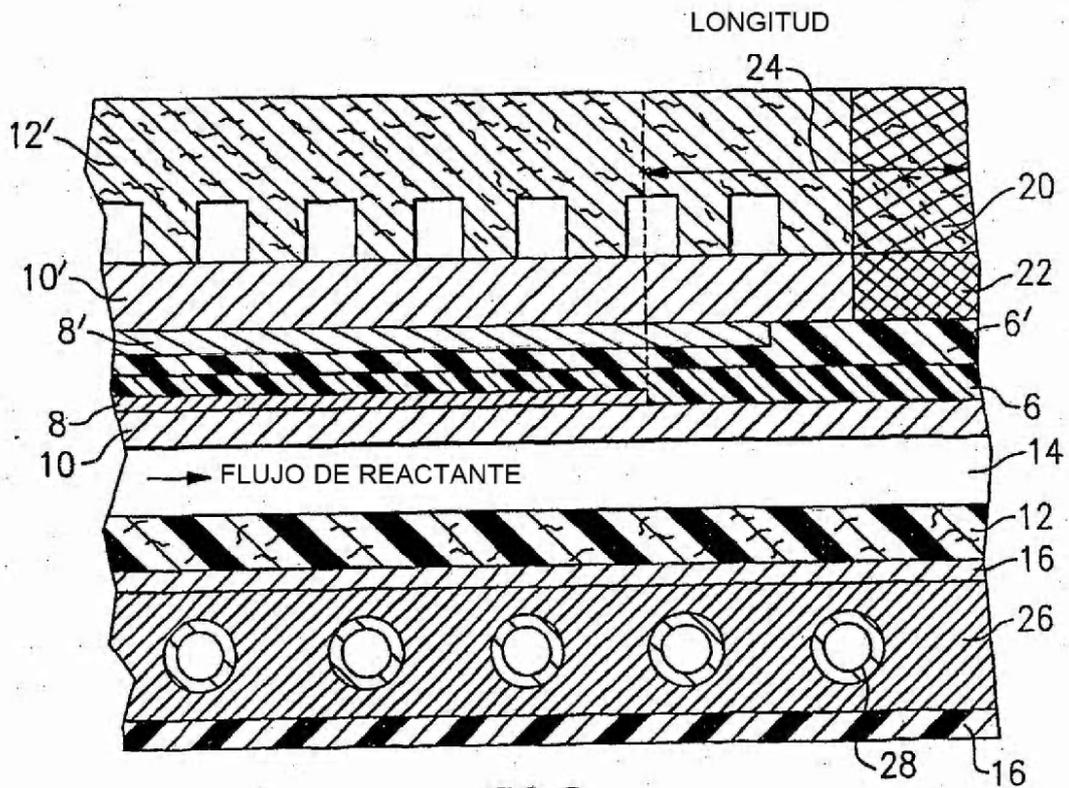


FIG. 2