

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 399 472**

51 Int. Cl.:

H01M 8/04 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **04.09.2008 E 08803630 (6)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **26.12.2012 EP 2195872**

54 Título: **Método para prevenir el sobrecalentamiento local en un arreglo de celdas de combustible así como en instalaciones de celdas de combustible con un arreglo tal de celdas de combustible**

30 Prioridad:

28.09.2007 DE 102007046939

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

01.04.2013

73 Titular/es:

**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT (100.0%)
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE**

72 Inventor/es:

**BRANDT, TORSTEN;
HAMMERSCHMIDT, ALBERT;
LERSCH, JOSEF;
LOCHNER, TORSTEN;
MATTEJAT, ARNO;
MEHLTRETTER, IGOR;
STÜHLER, WALTER y
VOITLEIN, OTTMAR**

74 Agente/Representante:

CARVAJAL Y URQUIJO, Isabel

ES 2 399 472 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

Método para prevenir el sobrecalentamiento local en un arreglo de celdas de combustible así como en instalaciones de celdas de combustible con un arreglo tal de celdas de combustible.

5 La invención se refiere a un método para prevenir el sobrecalentamiento local en un arreglo de celdas de combustible, por el que para su enfriamiento circula un agente de enfriamiento. Además la invención se refiere a una instalación de celdas de combustible con un arreglo tal de celdas de combustible.

10 En la operación de una celda de combustible tiene que eliminarse completamente de la zona activa de la celda de combustible el calor perdido formado, para prevenir el sobrecalentamiento local (denominadas "manchas calientes") en las celdas de combustible. Esto ocurre de la manera más efectiva con elevadas densidades de corriente en una celda de combustible mediante un agente líquido de enfriamiento, que circula por la celda de combustible.

Debido a su elevada capacidad calorífica específica, la baja conductividad eléctrica, la buena compatibilidad con los medios y los bajos costos de operación, en celdas de combustible con una membrana de polímero-electrolito (celdas de combustible PEM) se emplea principalmente agua desionizada como agente de enfriamiento.

15 El enfriamiento de una celda de combustible en un arreglo de celdas de combustible ocurre mayormente mediante el flujo de agente de enfriamiento a través del espacio vacío en placas bipolares o mediante las denominadas unidades de enfriamiento del arreglo de celdas de combustible. Un agente de enfriamiento que fluye por un arreglo de celdas de combustible es calentado continuamente en su paso y a la salida del arreglo de celdas de combustible alcanza una temperatura máxima. En celdas de combustible PEM con agua desionizada como agente de enfriamiento las temperaturas de salida comunes están por ejemplo en aproximadamente 80°C.

20 La elevación de la temperatura implica un aumento de la presión de vapor. Si en una celda de combustible, la presión de operación del agente de enfriamiento alcanza o está por debajo de su presión de equilibrio de ebullición, entonces puede formarse una película de vapor entre la fase líquida del agente de enfriamiento y la pared, sobre la cual ocurre la disipación de calor de la zona activa de la celda de combustible en el agente de enfriamiento. De ello resulta una mala transferencia del calor disipado en el agente de enfriamiento y pueden ocurrir sobrecalentamientos locales ("manchas calientes") en la celda de combustible, los cuales por ejemplo en el caso de una celda de combustible PEM pueden conducir a un deterioro térmico de la membrana hasta una formación de huecos en la membrana.

25 De la WO 2005/007771 A1 sale una regulación de la presión de un agente de enfriamiento para una pila de celdas de combustible, de modo que el agente de enfriamiento exhibe un punto de ebullición por encima de la temperatura de operación.

30 Por ello es objetivo de la presente invención reivindicar un método así como una instalación de celdas de combustible, que haga posible evitar tales sobrecalentamientos locales.

35 La solución del objetivo direccionado al método es exitosa mediante un método según la reivindicación 1. Modificaciones ventajosas del método son objetivo en cada caso de las reivindicaciones 2 a 4. La solución del objetivo direccionado a la instalación de celdas de combustible es exitosa mediante una instalación de celdas de combustible según la reivindicación 5. Modificaciones ventajosas de la instalación de celdas de combustible son en cada caso objetivo de las reivindicaciones 6 a 9.

40 El método acorde con la invención para prevenir el sobrecalentamiento local en un arreglo de celdas de combustible, por el cual para el enfriamiento circula un agente líquido de enfriamiento prevé que se haga seguimiento a la presión del agente de enfriamiento después de la circulación por el arreglo de celdas de combustible para alcanzar o estar por debajo de un valor límite predeterminado, el cual es superior a la presión de equilibrio de ebullición del agente de enfriamiento. Para prevenir una formación de película de vapor y con ello sobrecalentamientos locales es necesario que la presión del agente de enfriamiento en el arreglo total de celdas de combustible no esté por debajo de la presión de equilibrio de ebullición.

45 Para alcanzar o estar por debajo del valor límite, se desconecta el suministro de reactivos al arreglo de celdas de combustible. Mediante ello decaen las reacciones electroquímicas en las celdas de combustible y se previene una formación de película de vapor del agente de enfriamiento en el arreglo de celdas de combustible. Cuando está presente un dispositivo de seguimiento para el seguimiento del potencial de las celdas de combustible, esto conduce comúnmente inevitablemente a una desconexión modular por este dispositivo de seguimiento.

50 De modo alternativo, para alcanzar o estar por debajo del valor límite, se reduce o incluso se suspende por completo una carga suministrada con corriente eléctrica por el arreglo de celdas de combustible.

También es posible para alcanzar o estar por debajo del valor límite, tanto suspender el suministro de reactivos como también reducir o suspender la carga suministrada con corriente eléctrica por el arreglo de celdas de combustible.

Para esto, después de la circulación por el arreglo de celdas de combustible está presente la presión más baja del agente de enfriamiento. Mediante un seguimiento de la presión del agente de enfriamiento después de la circulación por el arreglo de celdas de combustible pueden con ello prevenirse con seguridad sobrecalentamientos locales en el arreglo de celdas de combustible. Para esto el método es utilizable por así decirlo en un arreglo de celdas de combustible con sólo una celda individual de combustible como también en un arreglo de celdas de combustible con varias celdas de combustible, es decir el arreglo de celdas de combustible puede incluir sólo una celda individual de combustible o también varias celdas de combustible.

En ello, la exactitud del seguimiento es tanto mayor cuanto más cerca se mida la presión del agente de enfriamiento en la zona activa de la(s) celda(s) de combustible. Por ello, se mide con ventaja la presión del agente de enfriamiento inmediatamente después de su descarga de la o bien de las celdas de combustible en un canal de descarga de agente de enfriamiento, en el cual se descarga el agente de enfriamiento del arreglo de celdas de combustible, puesto que allí por un lado se garantiza la accesibilidad a un sensor de presión necesario para ello y por otro se asegura también que la presión medida corresponde a la que está presente en el agente de enfriamiento justamente antes de su descarga de la celda de combustible. Una pérdida de presión dado el caso presente entre el punto más caliente en la (las) celda(s) de combustible y el punto de medición de la presión puede en ello ser considerado mediante un factor de corrección correspondiente. Para ello, la exactitud del seguimiento puede ser mejorada aún más mediante la determinación del factor de corrección en función del poder de las celdas de combustible y/o del número de revoluciones asociado con ello a una bomba, que bombea el agente de enfriamiento a través del arreglo de celdas de combustible.

Puesto que la presión de equilibrio de ebullición del agente de enfriamiento depende de la temperatura del agente de enfriamiento, se especifica el valor límite dependiendo de la temperatura del agente de enfriamiento después del paso por el arreglo de celdas de combustible. Mediante ello puede mejorarse más la exactitud del seguimiento. También se mide la temperatura del agente de enfriamiento preferiblemente en el canal de descarga del agente de enfriamiento. Una diferencia de temperatura dado el caso presente entre los puntos más calientes en la (las) celdas de combustible y el punto de medición de temperatura puede ser considerado mediante los correspondientes factores de corrección en la determinación de la presión de equilibrio de ebullición o bien del valor límite.

Preferiblemente el agente de enfriamiento que circula a través del arreglo de celdas de combustible en un circuito del arreglo de celdas de combustible es suministrado por el lado de entrada, donde el agente de enfriamiento es bombeado a través del circuito con una bomba de agente de enfriamiento.

Una instalación de celdas de combustible acorde con la invención con un arreglo de celdas de combustible, a través de la cual puede circular un agente líquido de enfriamiento para el enfriamiento, exhibe un dispositivo de seguimiento para el seguimiento de la presión del agente de enfriamiento después de la circulación por el arreglo de celdas de combustible para alcanzar o estar por debajo de un valor límite preestablecido, el cual es superior a la presión de equilibrio de ebullición del agente de enfriamiento.

Para alcanzar o estar por debajo del valor límite preestablecido, mediante el dispositivo de seguimiento puede suspenderse el suministro de reactivos en el arreglo de celdas de combustible. Cuando está presente un dispositivo de seguimiento para el seguimiento de la tensión de la celda de combustible, comúnmente esto conduce inevitablemente a una desconexión modular mediante este dispositivo de seguimiento.

De modo alternativo, para alcanzar o estar por debajo del valor límite preestablecido mediante el dispositivo de seguimiento puede reducirse o incluso puede desconectarse por completo la carga suministrada con corriente eléctrica por el arreglo de celdas de combustible.

Preferiblemente se dispone un sensor de presión para el registro de la presión del agente de enfriamiento en un canal de descarga de agente de enfriamiento del arreglo de celdas de combustible, puesto que allí se garantiza por un lado la accesibilidad al sensor y por el otro se asegura que la presión medida corresponde acaso a la que tiene el agente de enfriamiento justo delante de su salida de la celda de combustible o bien las celdas de combustible. Una pérdida de presión que dado el caso esté presente entre los puntos más calientes en la(s) celda(s) de combustible y la posición de medición puede en ello ser considerada mediante un factor de corrección correspondiente. En esto, la exactitud del seguimiento puede ser aún mejorada cuando puede determinarse el factor de corrección como una función de la capacidad de la celda de combustible y/o del, enlazado con ello, número de revoluciones de una bomba que bombea el agente de enfriamiento a través del arreglo de celdas de combustible.

Adicionalmente, el dispositivo de seguimiento incluye preferiblemente un sensor de temperatura para el registro de la temperatura del agente de enfriamiento en la salida del arreglo de celdas de combustible y el valor límite puede especificarse previamente en el dispositivo de seguimiento como una función de la temperatura registrada. Así mismo, ventajosamente se dispone el sensor de temperatura en el canal de descarga del agente de enfriamiento. Mediante esto puede mejorarse aún más la exactitud del seguimiento. Una diferencia de temperatura dado el caso presente entre los puntos más calientes en la(s) celda(s) de combustible y la posición de medición de la temperatura puede ser considerada mediante los factores correspondientes de corrección en la determinación de la presión de equilibrio de ebullición o bien del valor límite.

En el dispositivo de seguimiento puede guardarse una curva de vapor del agente de enfriamiento para la determinación del valor límite como una función de la temperatura, que describe la dependencia de la presión de equilibrio de ebullición con la temperatura.

5 Para esto la instalación de celdas de combustible puede exhibir un circuito de agente de enfriamiento, mediante el cual puede suministrarse nuevamente por el lado de la entrada el agente de enfriamiento del arreglo de celdas de combustible que circula por el arreglo de celdas de combustible, donde en el circuito se dispone una bomba de agente de enfriamiento para bombear el agente de enfriamiento a través del circuito.

10 Las consideraciones y ventajas mencionadas para el método acorde con la invención y sus modificaciones ventajosas aplican de modo correspondiente para la instalación de celdas de combustible acordes con la invención y sus modificaciones ventajosas.

La invención así como otras modificaciones ventajosas de la invención de acuerdo con rasgos de las reivindicaciones subsidiarias son ilustradas en detalle en lo que sigue en las figuras mediante ejemplos de ejecución. Se muestra:

FIG 1 un primer ejemplo de operación de una instalación de celdas de combustible acorde con la invención y

15 FIG 2 un segundo ejemplo de operación de una instalación de celdas de combustible acorde con la invención.

Una instalación de celdas de combustible 1 simplificada y representada esquemáticamente en la figura 1 incluye un arreglo de celdas de combustible 2, que incluye un bloque 2' de celdas de combustible PEM 3 acumuladas consecutivamente, por la que puede circular en paralelo un agente de enfriamiento.

20 El suministro del agente de enfriamiento a las celdas individuales de combustible 3 ocurre mediante un canal de distribución de agente de enfriamiento 4 y la descarga del agente de enfriamiento de las celdas de combustible 3 ocurre por un canal colector de agente de enfriamiento 5.

25 Para esto se conduce el agente de enfriamiento a un circuito 6, es decir el agente de enfriamiento que puede escapar del arreglo de celdas de combustible por el canal colector 5 puede ser suministrado nuevamente por el circuito 6 del arreglo de celdas de combustible 2, es decir el canal de distribución de agua de enfriamiento 4. Una bomba de agente de enfriamiento 7 dispuesta en el circuito 6 sirve para el bombeo del agente de enfriamiento a través del circuito 6. El rendimiento de la bomba de agente de enfriamiento 7 puede ser controlado mediante un motor de número variable de revoluciones. Otros componentes dispuestos en el circuito 6 para enfriamiento del agente de enfriamiento, como por ejemplo intercambiador de calor, no son representados en aras de la claridad.

30 Un dispositivo de seguimiento 8 sirve para el seguimiento de la presión del agente de enfriamiento después de la circulación por el arreglo de celdas de combustible 2 para alcanzar o estar por debajo de un valor límite predeterminado el cual es mayor que la presión de equilibrio de ebullición del agente de enfriamiento. El dispositivo de seguimiento 8 incluye para ello un sensor de presión 9 y un sensor de temperatura 10, los cuales están dispuestos exteriormente a la verdadera pila de celdas de combustible en el extremo lateral de descarga de un canal colector de agente de enfriamiento 5, es decir justo antes de que el agente de enfriamiento abandone el canal colector 5, el cual sirve para el descarga del agente de enfriamiento del arreglo de celdas de combustible 2. Allí están presentes temperaturas del agente de enfriamiento, las cuales corresponden aun aproximadamente a las del agente de enfriamiento a la salida de las zonas activas de las celdas de combustible 3.

35 En ello, en el dispositivo de seguimiento 8 puede especificarse el valor límite para la presión como una función de la temperatura registrada y un margen de seguridad. Para esto en el dispositivo de seguimiento 8 se almacena una curva de presión de vapor que describe la función de la presión de equilibrio de ebullición con la temperatura registrada. Las pérdidas de presión y las diferencias de temperatura dado el caso presentes entre los puntos más calientes en las celdas de combustible 3 y el lugar del sensor de presión 9 o bien el lugar del sensor de temperatura 10 pueden ser consideradas mediante factores de corrección correspondientes en la determinación del valor límite.

40 Cuando la presión del agente de enfriamiento registrada en el sensor de presión 9 está por debajo del valor límite determinado, puede suspenderse con el dispositivo de seguimiento mediante el cierre de las válvulas de suministro de reactivos 11, 12 el suministro de reactivos, en este caso el suministro de hidrógeno H₂ y oxígeno O₂ al arreglo de celdas de combustible 2.

45 En la operación de la instalación de celdas de combustible 1 circula el agente líquido de enfriamiento, por ejemplo agua desionizada, por el canal de distribución 4 en forma paralela a través de las celdas de combustible 3 del arreglo de celdas de combustible 2. Por medio de la temperatura del agente de enfriamiento a la salida del arreglo de celdas de combustible 2, la curva de presión de vapor guardada y dado el caso un suplemento de seguridad, mediante el dispositivo de seguimiento 8 se determina un valor límite para la presión del agente de enfriamiento a la salida del arreglo de celdas de combustible, el cual es mayor a la presión de equilibrio de ebullición del agente de enfriamiento. Se vigila entonces que la presión del agente de enfriamiento a la salida del arreglo de celdas de combustible 2 esté por debajo de este valor límite.

Cuando se está por debajo del valor límite existe el peligro de una formación de vapor del agente de enfriamiento en el arreglo de celdas de combustible 2, con lo cual pueden surgir sobrecalentamientos locales en las celdas 3 y con ello deterioros de las membranas. Cuando se está por debajo del valor límite, esto se previene mediante el dispositivo de seguimiento 8, suspendiendo el suministro de reactivos al arreglo de celdas de combustible 2.

5 Una instalación de celdas de combustible 20 mostrada en la figura 2 se diferencia de la instalación de celdas de combustible 1 mostrada en la figura 1, en que cuando se está por debajo del valor límite para la presión del agente de enfriamiento no se suspende el suministro de reactivos al arreglo de celdas de combustible 2, sino que se reduce una carga 21 suministrada con corriente eléctrica por el arreglo de celdas de combustible 2.

10 La reducción de la carga eléctrica 21 ocurre mediante el dispositivo de seguimiento 8 a través de una conducción de control 23.

REIVINDICACIONES

1. Método para prevenir sobrecalentamientos locales en un arreglo de celdas de combustible (2) por el cual circula agua desionizada para el enfriamiento, donde se hace seguimiento a la presión del agua después de circular por el arreglo de celdas de combustible (2) para alcanzar o estar por debajo de un valor límite preestablecido, el cual es mayor a la presión de equilibrio de ebullición del agua, para prevenir una formación de película de vapor en el arreglo de celdas de combustible (2), donde se especifica previamente el valor límite para la presión como una función de la temperatura del agua después de circular por el arreglo de celdas de combustible (2), donde cuando se alcanza o se está por debajo del valor límite preestablecido se suspende el suministro de reactivos (H₂, O₂) al arreglo de celdas de combustible (2) y/o cuando se alcanza o se está por debajo del valor especificado se reduce o se suspende una carga (21) suministrada con corriente eléctrica por el arreglo de celdas de combustible (2).
2. Método según la reivindicación 1, donde se mide la presión del agua en un canal de descarga del agente de enfriamiento (5), por el cual se descarga el agua del arreglo de celdas de combustible (2).
3. Método según una de las reivindicaciones precedentes, donde el valor límite para la presión es establecido previamente como función de la temperatura del agua en el canal de descarga de agente de enfriamiento (5).
4. Método según una de las reivindicaciones precedentes, donde el agua que circula por el arreglo de celdas de combustible (2) es suministrada nuevamente por el lado de entrada a un circuito (6) del arreglo de celdas de combustible (2), donde el agua es bombeada con una bomba de agente de enfriamiento (7) a través del circuito (6).
5. Instalación de celdas de combustible (1) con un arreglo de celdas de combustible (2) a través de la cual puede circular agua desionizada para el enfriamiento, que incluye un dispositivo de seguimiento (8) para el seguimiento de la presión del agua después de circular por el arreglo de celdas de combustible (2) para alcanzar o estar por debajo de un valor límite especificado, el cual es superior a la presión de equilibrio de ebullición del agua, para prevenir una formación de película de vapor en el arreglo de celdas de combustible (2), donde el dispositivo de seguimiento (8) incluye un sensor de temperatura (10) para el registro la temperatura del agua después de circular por el arreglo de celdas de combustible (2) y en el dispositivo de seguimiento (8) puede especificarse el valor límite para la presión, como una función de la temperatura registrada, donde cuando se alcanza o se está por debajo del valor límite especificado previamente, a través del dispositivo de seguimiento (8) puede suspenderse el suministro de reactivos (H₂, O₂) al arreglo de celdas de combustible (2) y/o cuando se alcanza o se está por debajo del valor límite especificado, a través del dispositivo de seguimiento (8) puede reducirse o suspenderse la carga (21) suministrada con corriente eléctrica por el arreglo de celdas de combustible (2).
6. Instalación de celdas de combustible (1) según la reivindicación 5, donde el sensor de presión (9) está dispuesto en un canal de descarga de agente de enfriamiento (5) en el arreglo de celdas de combustible (2) para el registro de la presión de agua.
7. Instalación de celdas de combustible (1) según las reivindicaciones 5 o 6, donde el sensor de temperatura (10) está dispuesto en el canal de descarga de agente de enfriamiento (5).
8. Instalación de celdas de combustible (1) según la reivindicación 7, donde para la determinación del valor límite como una función de la temperatura, en el dispositivo de seguimiento (8) se guarda una curva de presión de vapor del agua, la cual describe la dependencia de la presión de equilibrio de ebullición con la temperatura.
9. Instalación de celdas de combustible (1) según una de las reivindicaciones 5 a 8, que incluye un circuito de agente de enfriamiento (6), a través del cual puede suministrarse nuevamente por el lado de entrada el agua del arreglo de celdas de combustible (2) que circula a través del arreglo de celdas de combustible (2), donde en el circuito (6) está dispuesta una bomba de agente de enfriamiento (7) para bombear el agua a través del circuito (6).

FIG 1

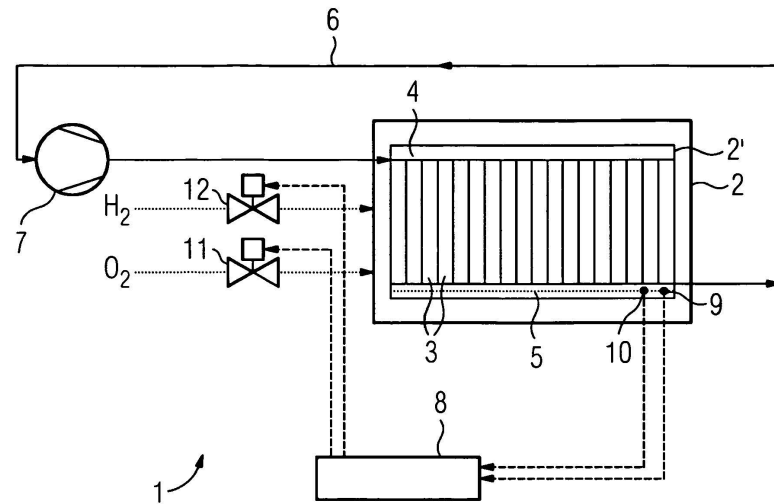


FIG 2

