



19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 365 994**

51 Int. Cl.:  
**H01M 8/04** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **01983648 .5**

96 Fecha de presentación : **29.10.2001**

97 Número de publicación de la solicitud: **1338052**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.08.2003**

54 Título: **Procedimiento e instalación para purgar agua incluso en el circuito de hidrógeno de una pila de combustible.**

30 Prioridad: **14.11.2000 FR 00 14654**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:  
**14.10.2011**

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:  
**14.10.2011**

73 Titular/es: **L'Air Liquide, Societe Anonyme pour l'Etude et l'Exploitation des Procedes Georges Claude**  
**75, Quai D'Orsay**  
**75007 Paris, FR**

72 Inventor/es: **Charlat, Pierre**

74 Agente: **Elzaburu Márquez, Alberto**

**ES 2 365 994 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**

Procedimiento e instalación para purgar agua incluso en el circuito de hidrógeno de una pila de combustible

5 El presente invento se refiere al dominio técnico de las pilas de combustible y se refiere, más concretamente, a las pilas del tipo que hacen intervenir, como comburente, aire enriquecido o no con oxígeno, incluso oxígeno puro y, como combustible, hidrógeno.

Las estructuras de las pilas de combustible del anterior tipo son conocidas así como su principio de funcionamiento que pasa por el consumo del hidrógeno en el compartimento del ánodo.

10 Dicho funcionamiento tiene como característica producir agua en el circuito del ánodo, nitrógeno que se difunde a través de la membrana que separa el compartimento ánodo del compartimento cátodo, así como eventualmente impurezas inicialmente presentes en el hidrógeno y que tienden a concentrarse.

Con el objetivo de mantener condiciones funcionales óptimas, se ha previsto eliminar el agua, el nitrógeno y las impurezas procediendo generalmente a purgas regulares del circuito de hidrógeno.

La frecuencia de las purgas necesarias depende de las características de la pila así como de los regímenes de funcionamiento y pueden ser desde algunos segundos a algunos minutos.

15 Una de las características funcionales de dichas pilas es también dejar subsistir, en la salida del circuito ánodo, una cantidad residual de hidrógeno no consumido que se pierde si la eliminación del agua, del nitrógeno y de las impurezas es asegurada mediante purgas periódicas.

20 Con el fin de evitar una pérdida de hidrógeno, la técnica anterior preconiza asegurar una circulación de la mezcla obtenida en la salida del compartimento ánodo para reinyectarla en la entrada del mismo compartimento de la pila. Dicha reinyección asegura una agitación permanente de los gases y mejora el funcionamiento en presencia de impurezas y de nitrógeno pero mantiene sin embargo el problema de la recuperación del agua que necesita ser recuperada de manera que favorezca el balance hídrico del funcionamiento principalmente para asegurar la humidificación y/o enfriamiento de las células de la pila.

25 La elección de proceder a una recirculación de la mezcla impone recurrir a medios técnicos particulares y, principalmente, a la presencia de un circulador que constituye una máquina giratoria relativamente compleja y sometida a condiciones de funcionamiento delicadas, principalmente en presencia de agua líquida.

Dicha máquina giratoria constituye un equipamiento costoso, que exige un mantenimiento serio, y en consecuencia, grava de manera sensible el precio de compra así como el coste funcional de una pila de combustible.

30 Por otra parte, se ha constatado que la recirculación de la mezcla no siempre permite beneficiarse de condiciones eficaces para eliminar el agua, principalmente cuando la velocidad de las mezclas principalmente gaseosas no es suficiente. Se podría intentar solucionar, al menos en parte, este inconveniente sometiendo la mezcla a una recirculación más rápida pero entonces los problemas inherentes a la presencia del circulador crecen en proporción.

35 Cualesquiera que sean las condiciones funcionales como las que acaban de ser enunciadas, es necesario además disponer de la presencia de un separador de fases particularmente eficaz de manera que se pueda asegurar la separación del agua. Pero, dicho separador constituye un accesorio relativamente costoso, que ocupa un volumen no despreciable y que plantea problemas de inertización en el caso de puesta en servicio o parada funcional de una pila de combustible.

40 El presente invento se refiere a un procedimiento y una instalación con el objetivo de eliminar los inconvenientes anteriores haciendo uso de medios técnicos que ocupan poco espacio, poco coste, poco mantenimiento y que son susceptibles de hacer intervenir, mediante recirculación alterna, una purga de agua incluso en el circuito de hidrógeno de una pila de combustible.

Para alcanzar el objetivo anterior, el procedimiento de purga, según el invento, se caracteriza por consistir en:

- realizar cada célula de la pila de manera que incluya un par de un primero y un segundo compartimientos ánodo,
- unir la salida del primer compartimento ánodo a la entrada del circuito ánodo del segundo compartimento ánodo,
- 45 -unir la salida del segundo compartimento ánodo a la entrada del primer compartimento ánodo,
- unir las entradas de los circuitos ánodos de las células con un circuito de alimentación de hidrógeno mediante dos conexiones en paralelo controladas por dos órganos de apertura-cierre,
- pilotar periódicamente la inversión de los estados de dichos órganos.

50 El invento tiene también como objeto una instalación para la ejecución del procedimiento anterior, estando caracterizada dicha instalación porque incluye

- células que están compuestas cada una por un par de un primero y un segundo compartimentos ánodo

- una conexión entre la salida del primer compartimento ánodo y la entrada del segundo compartimento ánodo,
- una conexión entre la salida del segundo compartimento ánodo y la entrada del primer compartimento ánodo,
- un circuito de alimentación de hidrógeno de los circuitos ánodos de las células por medio de dos conexiones en paralelo y controladas por dos órganos de apertura- cierre.

5 -Medios para controlar periódicamente la inversión de los estados de dichos órganos.

Otras diversas características aparecerán con la siguiente descripción que hace referencia a los dibujos anexados que muestran, a modo de ejemplos no limitativos, formas de realización y de ejecución del objeto del invento.

La figura 1 es una vista esquemática que ilustra el invento en un ejemplo de realización simplificado de una pila de combustible.

10 La figura 2 es una vista esquemática que se refiere a una proposición de pila de combustible compuesta por n células,

La figura 3 es una vista esquemática análoga a la figura 1 pero ilustrando una fase del procedimiento.

Las figuras 4 y 5 son vistas esquemáticas, análogas a las figuras 1 y 3, pero correspondientes a una variante de realización del invento.

15 En el ejemplo de realización simplificado ilustrado en la figura 1, una pila de combustible designada mediante la referencia 1 incluye una célula 2 que está constituida por dos semi-pilas  $2_1$  y  $2_2$  que responden a las mismas características constructivas. Cada semi-pila incluye un compartimento cátodo  $3_1$ ,  $3_2$  y un compartimento ánodo  $4_1$ ,  $4_2$  que contiene cada uno un electrodo cátodo y un electrodo ánodo que están separados por una membrana de permeabilidad y de reacción  $5_1$ ,  $5_2$ .

20 De una forma convencional, los compartimentos  $3_1$ ,  $3_2$  están unidos a un circuito 6 de alimentación de comburente tal como el oxígeno puro o el aire enriquecido o no con oxígeno. De forma igualmente clásica, los compartimentos ánodo  $4_1$ ,  $4_2$  están conectados a un circuito de alimentación de combustible es decir de hidrógeno, que según el invento, hace intervenir las siguientes disposiciones estructurales.

25 El circuito de alimentación de hidrógeno de la semi-pila  $2_1$  está designado mediante la referencia  $7_1$  e incluye una entrada  $8_1$  y una salida  $9_1$  mientras que el circuito correspondiente para la semi-pila  $2_2$  incluye una entrada  $8_2$  y una salida  $9_2$ .

Según el invento está previsto conectar la salida  $9_2$  de la célula  $2_2$  a la entrada  $8_1$  del compartimento  $4_1$  de la primera semi-pila. Igualmente, está previsto conectar la salida  $9_1$  del compartimento  $4_1$  a la entrada  $8_2$  del compartimento  $4_2$  de la segunda semi-pila  $2_2$ .

30 Los circuitos  $7_1$  y  $7_2$  están por otra parte conectados a un circuito 10 de alimentación de hidrógeno por medio de dos conexiones  $11_1$  y  $11_2$  establecidas en paralelo y que son controladas por dos órganos de apertura- cierre  $12_1$  y  $12_2$ .

35 Ventajosamente, pero no necesariamente, los órganos  $12_1$  y  $12_2$  son del tipo todo o nada y están inversamente conjugados y son controlados con inversión de estados de manera sincronizada mediante medios técnicos apropiados, tales como principalmente una temporización.

Los medios que se describen en relación con una célula 2 son transponibles indistintamente, a una pila de combustible 1 que estaría compuesta (figura 2) por n células de la pila 2, tales como  $2_1$ ,  $2_n$ , respondiendo a las características descritas en relación con la figura 1.

40 En dicho caso, las entradas y salidas de las diferentes pilas 2 están unidas mediante colectores 13, 14, 15, y 16, mientras que las partes del circuito  $7_1$  y  $7_2$  están conectadas a la alimentación común 10 por medio de dos ramas paralelas  $11_1$  y  $11_2$ . Debe considerarse que pueden realizarse medios equivalentes para asumir la misma función y que, en algunos casos, es posible considerar la ejecución de un circuito de alimentación de dos conexiones y dos órganos 12 para cada pila 2.

45 En el estado de ejecución, tal y como se ha ilustrado en la figura 1, el órgano  $12_1$  está abierto mientras que el órgano  $12_2$  está cerrado. En consecuencia, el hidrógeno a presión relativa aportado por el circuito de alimentación 10, toma la conexión  $11_1$ , atraviesa el órgano abierto  $12_1$  y penetra en el circuito  $7_1$  para asegurar la alimentación de hidrógeno del compartimento ánodo  $4_1$ .

La reacción funcional se establece de forma convencional en la semi-pila  $2_1$  cuyo compartimiento cátodo está alimentado con comburente.

50 Durante esta fase de funcionamiento, la mezcla esencialmente gaseosa que se obtiene del compartimento ánodo  $4_1$  toma la salida  $9_1$  para seguir el circuito  $7_2$  y ser reciclada en el compartimento ánodo  $4_2$  de la semi-pila  $2_2$  cuyo compartimiento cátodo  $3_2$  está también alimentado con comburente.

El hidrógeno residual que es de esta forma reciclado es consumido en la semi-pila  $2_2$  cuyo compartimento  $4_2$  está sometido, a pesar de las condiciones de funcionamiento no óptimas, a una agitación o una circulación de la mezcla gaseosa mediante el reciclado de esta obtenido en la salida del compartimento ánodo  $4_1$ .

5 Después de una fase de funcionamiento caracterizada por una temporización de una duración determinada, el estado de los órganos  $12_1$  y  $12_2$  es invertido como se muestra en la figura 3 de tal forma que las condiciones de alimentación con hidrógeno son entonces aseguradas en beneficio del compartimento ánodo  $4_2$  cuya salida  $9_2$  asegura al reciclaje hacia la entrada del compartimento  $4_1$  de la semi-celula  $2_1$  de la mezcla gaseosa obtenida en la reacción interna del funcionamiento de la semi-celula  $2_2$ .

10 Se consiguen por tanto las mismas ventajas que permiten asegurar en las mejores condiciones la separación del agua incluida previendo interponer, por ejemplo la salida  $9_1$  ó  $9_2$ , incluso más allá de estas dos salidas, al menos y preferentemente dos separadores 14 que poseen una salida 15 de eliminación de agua.

Debe considerarse que los órganos  $12_1$  y  $12_2$  pueden estar constituidos por llaves o por órganos análogos y que pueden también ser remplazados por válvulas u otros órganos sensibles a la presión, eventualmente asociados a medios técnicos anti-retorno.

15 En dicho caso, las variaciones de presión que intervienen en función de la alimentación cíclica de una semi-pila y de la segunda, permiten, en función del umbral de regulación impuesto a los órganos  $12_1$  y  $12_2$ , una inversión automática de su estado, ya sea mediante control separado, o bien mediante control conjugado.

Se puede igualmente utilizar, para asegurar la misma función, unos captadores de presión parcial de hidrógeno 17 que retroalimentan el cambio de estado de los órganos  $12_1$  y  $12_2$ .

20 Las figuras 4 y 5 muestran una variante de realización en la que las salidas  $9_1$  y  $9_2$  están controladas por órganos  $18_1$  y  $18_2$ , tales como válvulas, que están controladas en funcionamiento inverso en relación directa con los órganos  $12_1$  y  $12_2$ , estando sometidas a condiciones de funcionamiento análogas. Las válvulas  $18_1$  y  $18_2$  pueden también ser del tipo de funcionamiento secuencial automático o, al contrario, colocadas bajo la dependencia del temporizador o de detección de umbrales de presión, principalmente por los captadores 17. En dicha configuración, cuando la alimentación del compartimento ánodo  $4_1$  se asegura mediante la apertura del órgano  $12_1$ , la válvula 18 está entonces preferentemente cerrada mientras que la válvula  $18_1$  puede estar indiferentemente abierta o cerrada.

Durante la inversión de la alimentación, el órgano  $12_1$  está cerrado mientras que el órgano  $12_2$  está abierto y, simultáneamente, la válvula  $18_1$  está cerrada como se aprecia en la figura 5.

30 La figura 4 muestra que al menos un separador 17 puede ser situado entre la salida  $9_2$  y la válvula  $18_2$  o entre la salida  $9_1$  y la válvula  $18_1$ .

Se debe considerar que un separador 17 puede también ser situado aguas debajo de cada una de las válvulas  $18_1$ ,  $18_2$ .

El invento no se limita a los ejemplos descritos y representados ya que se pueden aportar diversas modificaciones sin salir de su ámbito.

35

## REIVINDICACIONES

- 1- Procedimiento de purga del agua incluida en el circuito de hidrógeno, mediante circulación alternada de hidrógeno en el seno de una pila de combustible caracterizada porque consiste en
- 5 -realizar cada célula de la fila de forma que incluya un par de un primer y un segundo compartimentos ánodo,  
 -conectar la salida del primer compartimento ánodo a la entrada del circuito ánodo del segundo compartimento ánodo,  
 -conectar la salida del segundo compartimento ánodo a la entrada del primer compartimento ánodo,
- 10 -conectar las entradas de los circuitos ánodo de las células con un circuito de alimentación de hidrógeno mediante dos conexiones en paralelo controladas por dos órganos de apertura- cierre,  
 -controlar periódicamente la inversión de los estados de dichos órganos.
- 2- Procedimiento según la reivindicación 1, caracterizado porque se controla la sección de paso de las salidas de los circuitos ánodos de las células mediante válvulas de apertura- cierre y porque se controla periódicamente la inversión de los estados de dichas válvulas.
- 15 3- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 ó 2, caracterizado porque se controla periódicamente la inversión de los estados de los órganos y/o de las válvulas mediante temporización.
- 4- Procedimiento según la reivindicación 5, caracterizado porque se controla periódicamente la inversión de los estados de los órganos y/o de las válvulas haciéndolas sensibles a umbrales de presión.
- 20 5- Procedimiento según la reivindicación 4, caracterizado porque se controla los órganos y/o las válvulas situando las bajo la dependencia de captadores de la presión parcial de hidrógeno reinante en los circuitos ánodo de al menos una de las últimas células.
- 6- Procedimiento según una de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque se recupera el agua por medio de al menos un separador dispuesto en la salida del circuito ánodo de al menos una de las últimas células.
- 25 7- Instalación de purga del agua incluida en el circuito de hidrógeno de una pila de combustible (1) compuesta por n células, caracterizada porque incluye:  
 -unas células que están compuestas cada una por un par de un primero y un segundo compartimento ánodo (4<sub>1</sub> y 4<sub>2</sub>),  
 -una conexión entre la salida (9<sub>1</sub>) del primer compartimento ánodo y la entrada (8<sub>1</sub>) del segundo compartimento ánodo,
- 30 -Una conexión entre la salida (9<sub>2</sub>) del segundo compartimento ánodo y la entrada (8<sub>1</sub>) del primer compartimento ánodo,  
 -Un circuito 10 de alimentación de hidrógeno de los circuitos ánodo de las células por medio de dos conexiones en paralelo (11<sub>1</sub> y 11<sub>2</sub>) controladas por dos órganos de apertura y un cierre (12<sub>1</sub> y 12<sub>2</sub>),  
 -Unos medios para controlar periódicamente la inversión de los estados de dichos órganos.
- 35 8- Instalación según la reivindicación 7, caracterizada porque incluye unas válvulas (18<sub>1</sub> y 18<sub>2</sub>) de apertura-cierre, que controlan la sección de paso de las salidas (9<sub>1</sub> y 9<sub>2</sub>) de los ánodos, así como de los medios para controlar periódicamente la inversión de los estados de dichas válvulas.
- 9- Instalación según la reivindicación 7 ó 8, caracterizada porque los medios para controlar periódicamente la inversión de los estados de los órganos y/o de las válvulas son en base a temporización.
- 40 10- Instalación según una de las reivindicaciones 7 a 9, caracterizada porque los medios para controlar periódicamente la inversión de los estados de los órganos y/o de las válvulas hacen intervenir medios sensibles a umbrales de presión.
- 45 11- Instalación según una de las reivindicaciones 7 a 10, caracterizada porque los medios para controlar periódicamente la inversión de los estados de los órganos y/o de las válvulas incluyen captadores (17) de la presión parcial de hidrógeno en los circuitos ánodo de las células que sirven a dichos órganos y/o válvulas.
- 12- Instalación según una de las reivindicaciones 7 a 11 caracterizada porque incluye al menos un separador de agua (14) situado en una al menos de las salidas de los circuitos de los ánodos.

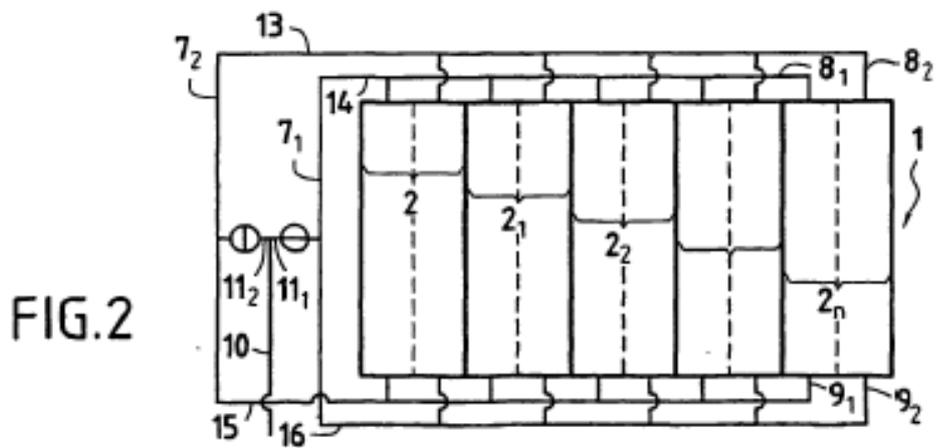
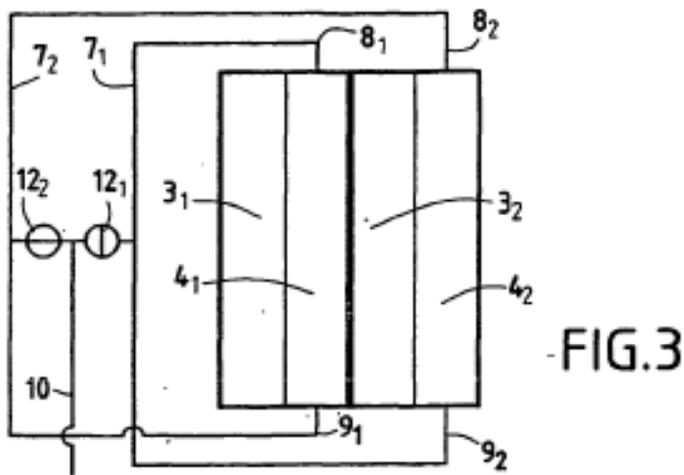
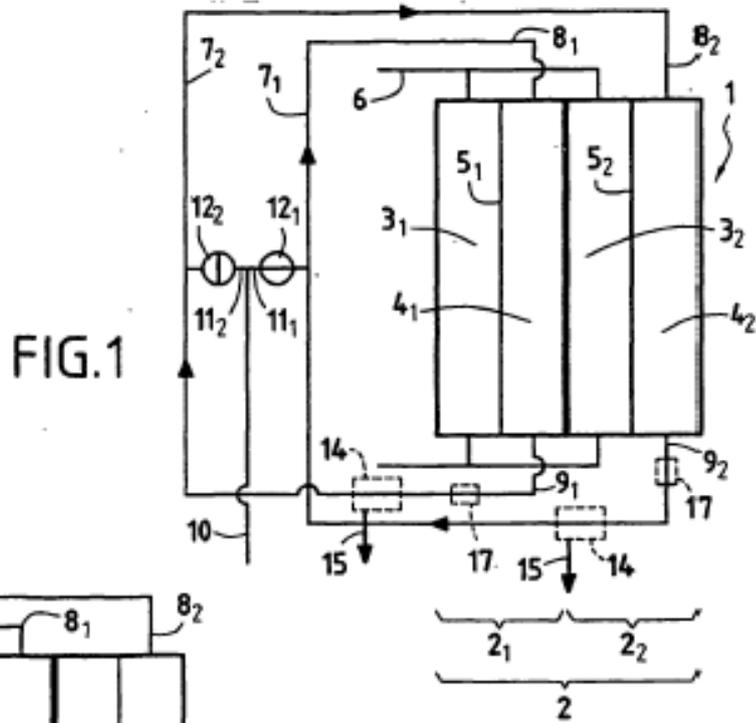


FIG.4

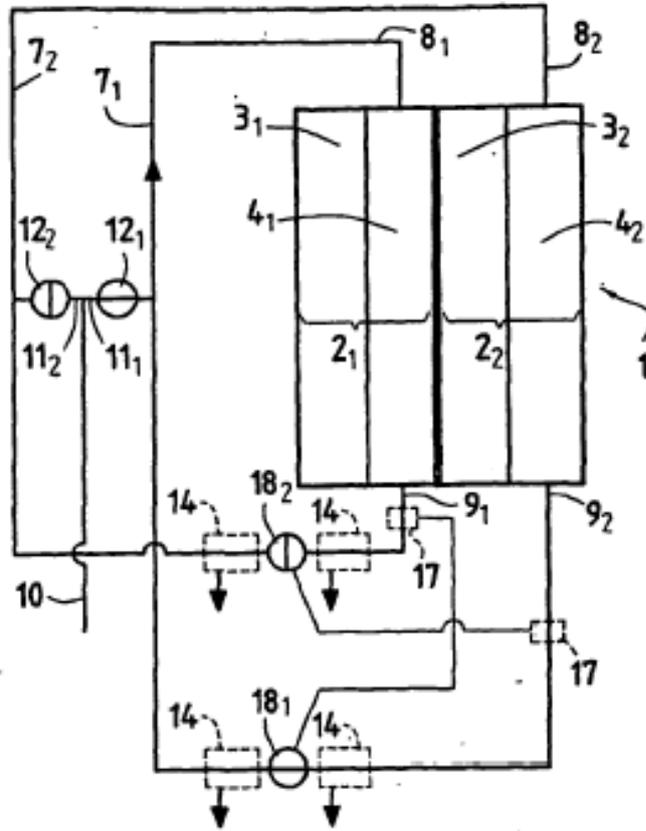


FIG.5

