

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 384 713**

51 Int. Cl.:
H01M 8/04 (2006.01)
H01M 8/06 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 96 Número de solicitud europea: **05015554 .8**
96 Fecha de presentación: **18.07.2005**
97 Número de publicación de la solicitud: **1746678**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **24.01.2007**

54 Título: **Procedimiento para la eliminación de gas inerte y/o agua de un sistema de pilas de combustible**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
11.07.2012

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
11.07.2012

73 Titular/es:
**SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Wittelsbacherplatz 2
80333 München, DE**

72 Inventor/es:
**Coerlin, Detlev;
Stühler, Walter y
Voitlein, Ottmar**

74 Agente/Representante:
Carvajal y Urquijo, Isabel

ES 2 384 713 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 para la eliminación de gas inerte y/o agua de un sistema de pilas de combustible, así como un sistema de pilas de combustible.

5 La presente invención hace referencia a un procedimiento para la eliminación de gas inerte y/o agua de un sistema de pilas de combustible según el concepto general de la reivindicación 1, así como a un sistema de pilas de combustible según el concepto general de la reivindicación 8. Un procedimiento de ese tipo o un sistema de pilas de combustible de ese tipo son conocidos, por ejemplo, por la solicitud EP 1 406 332 A1.

10 En una pila de combustible, comúnmente se genera energía eléctrica y calor mediante la combinación de hidrógeno y oxígeno en una reacción electroquímica, donde el único subproducto que se obtiene es agua. Con este propósito, se conduce el hidrógeno hacia un compartimiento de gas del ánodo y el oxígeno, hacia un compartimiento de gas del cátodo. El hidrógeno puede ser conducido hacia el compartimiento de gas del ánodo como hidrógeno puro o gas combustible hidrogenado. El oxígeno puede ser conducido hacia el compartimiento de gas del cátodo como oxígeno puro o, por ejemplo, en forma de aire ambiental.

15 Incluso los gases técnicamente puros presentan porcentajes de gas inerte, como por ejemplo porcentajes de nitrógeno, dióxido de carbono y gases nobles. Si fluye a través de las pilas de combustible, una tras otra, un gas de ese tipo, existe el problema de que estos porcentajes de gas inerte, así como el subproducto agua que se genere en las pilas de combustible debido a la reacción electroquímica del hidrógeno y el oxígeno, se concentren en la dirección del flujo del gas a través de las pilas de combustible, lo que conlleva un descenso de la tensión de la pila y, con ello, a pérdidas en el grado de efectividad en las pilas de combustible.

20 Así es que, por ejemplo, por la solicitud EP 0 596 366 B1 se conoce un sistema de pilas de combustible con varios grupos de pilas de combustible que se encuentran conectados por medio de conductos, de manera tal que los gases de combustión del lado de los ánodos y los cátodos circulan a través de cada uno de los grupos de pilas de combustible, ubicados uno detrás del otro. En este caso, el gas de combustión circula de manera paralela a través de cada una de las pilas de combustible de un grupo de pilas de combustible. De esta manera, todos los grupos de pilas de combustible se encuentran reunidos en un único bloque de pilas de combustible. Mediante un montaje en cascada del bloque de pilas de combustible, es decir, con una reducción progresiva de la cantidad de pilas en los grupos de pilas por las que circula el gas de manera paralela en la dirección de flujo del gas de combustión, ciertos porcentajes de gas inerte y, dado el caso, del subproducto agua, se concentran en el grupo de pilas ubicado al final, en la dirección de flujo del gas de combustión. Estos porcentajes de gas inerte y/o agua deben ser eliminados del bloque de pilas de combustible. Las pérdidas en el grado de efectividad se pueden limitar, de esta manera, sólo al último grupo de pilas.

35 La descarga del gas inerte, así como, dado el caso, del subproducto agua, desde el último grupo de pilas y, con ello, del bloque de pilas de combustible, se realiza en este caso por medio de un drenaje del último grupo de pilas mediante un gas proveniente del penúltimo grupo de pilas. Las pilas del último grupo también se denominan, por ello, "pilas de drenaje". Por lo general, el último grupo de pilas presenta, del lado de la salida del gas, un conducto de evacuación de gas residual con una válvula de cierre. Esta válvula normalmente se encuentra cerrada, es decir que ni el gas inerte, ni el agua, pueden abandonar el último grupo de pilas, con lo cual los porcentajes de gas inerte y, dado el caso el agua, pueden acumularse en las pilas de drenaje. Justo cuando la tensión de las pilas de drenaje cae por debajo de un valor predefinido, se abre la válvula de cierre y el gas del penúltimo grupo de pilas presiona hacia fuera del último grupo de pilas los gases inertes, posiblemente también el agua, así como también, posiblemente, el gas de combustión reactivo que todavía se encuentre allí.

45 De la solicitud EP 1 406 332 A1 resulta un procedimiento para eliminar impurezas de un sistema de pilas de combustible por el cual circula un gas, en el que se conduce gas de manera periódica a una de las últimas pilas de combustible y, al mismo tiempo, se descarga gas de la última pila de combustible. El objeto de la presente invención es revelar un procedimiento para la eliminación de gas inerte y/o agua y un sistema de pilas de combustible que permitan seguir mejorando, con poco esfuerzo, la efectividad de la eliminación del gas inerte y/o del agua.

El objeto referido al procedimiento se logra mediante un procedimiento con las características de la reivindicación 1. El objeto referido al sistema de pilas de combustible se logra mediante un sistema de pilas de combustible con las características de la reivindicación 9. Diseños ventajosos son objeto de las reivindicaciones secundarias.

50 La invención parte de la revelación de que el gas del penúltimo grupo de pilas, utilizado hasta ahora para el drenaje del último grupo de pilas, ya se encuentra fuertemente enriquecido con gas inerte (por ej. hasta un 30% de gas inerte en la utilización de oxígeno de la clase 2.5) y saturado con vapor de agua. Además, la presión de este gas ya se encuentra claramente reducida, en comparación con el gas que se conduce al primer grupo de pilas, debido a los grupos de pila conectados previamente y otros dispositivos eventualmente adicionales (por ej. dispositivos de humectación del gas).

- 5 Por ello, el procedimiento acorde a la invención prevé que para la descarga del gas inerte y/o del agua del último grupo de pilas, y con ello del sistema de pilas de combustible, se conduzca al último grupo de pilas un segundo gas. La conducción del segundo gas hacia el grupo de pilas ubicado al final y la descarga de la proporción de gas inerte y/o agua se realiza, para ello, con un desplazamiento temporal. Mediante una elección adecuada de los parámetros de este segundo gas, por ejemplo de su composición, temperatura y presión, se pueden mejorar de manera simple el drenaje del último grupo de pilas y, con ello, la descarga del gas inerte y/o del agua del sistema de pilas de combustible.
- 10 Con una presión mayor en comparación con el gas del penúltimo grupo de pilas, se puede lograr una mayor diferencia de presión sobre el último grupo de pilas y, con ello, una descarga más rápida del gas inerte, así como una evacuación más acelerada del agua.
- Mediante una humedad menor, en comparación con el gas del penúltimo grupo de pilas, sobre todo utilizando un gas prácticamente seco, la evacuación del agua se puede mejorar y, en el caso de las pilas de combustible PEM, se pueden regenerar áreas húmedas en las unidades de electrodos de membrana.
- 15 Al utilizar un gas con menores porcentajes de gas inerte, en comparación con el gas del penúltimo grupo de pilas, se puede lograr una mejor evacuación del gas inerte. Además, en el caso de las pilas de combustible PEM se pueden regenerar áreas de las unidades de electrodos de membrana con gas inerte absorbido, debido al "efecto stripping".
- 20 Si como segundo gas se utiliza un gas con un mayor porcentaje de gas combustible, en comparación con el gas del penúltimo grupo de pilas, se puede mejorar el comportamiento de arranque del último grupo de pilas al poner en marcha el sistema de pilas de combustible. Esto es válido también para el procedimiento de cambio de carga, en el caso de un salto de una carga baja a una más alta, ya que debido al mayor porcentaje de gas combustible, en comparación con el gas del penúltimo grupo de pilas, se pueden evitar interrupciones de tensión en el último grupo de pilas.
- 25 Todas las ventajas mencionadas anteriormente se pueden lograr mediante la conducción de un segundo gas, escogido de manera adecuada, hacia el grupo de pilas ubicado al final, para la descarga del gas inerte y del agua, con un esfuerzo muy bajo.
- Preferentemente, el primer gas, conducido hacia el grupo de pilas ubicado en primer lugar en la dirección del flujo del primer gas, y el segundo gas son idénticos en lo que respecta a su composición. Esto se puede lograr con un esfuerzo especialmente reducido, haciendo que el primer y el segundo gas se extraigan de un suministro de gas común.
- 30 La conducción del segundo gas al grupo de pilas ubicado al final y la descarga de la proporción de gas inerte y/o agua también pueden realizarse en forma de impulsos.
- Además, la conducción del segundo gas hacia el grupo de pilas ubicado en último lugar y la descarga de la proporción de gas inerte y/o agua pueden realizarse, cada vez, entre una cantidad de descargas de la proporción de gas inerte y/o agua, mediante la conducción de gas desde el grupo de pilas ubicado en último lugar.
- 35 Un sistema de pilas de combustible acorde a la invención presenta, por lo menos, dos grupos de pilas de combustible que se encuentran conectados entre sí, uno detrás del otro, de manera tal que por los grupos de pilas pueda circular un primer gas, donde un porcentaje de agua y/o de gas inerte en el primer gas, que se concentra en la dirección de flujo del primer gas a través de los grupos de pilas de combustible, pueda ser descargado del sistema de pilas de combustible. Con este fin, para la descarga de la proporción de gas inerte y/o agua del sistema de pilas de combustible, un segundo gas se puede conducir hacia el grupo de pilas ubicado en último lugar en la dirección de flujo del primer gas, mediante la apertura de una primera válvula, donde el porcentaje de gas inerte y/o agua en el primer gas puede ser descargado del sistema de pilas de combustible mediante la apertura de una segunda válvula. Se prevé un dispositivo de control para controlar la apertura de las válvulas de manera tal que, para la descarga de la proporción de gas inerte y/o agua desde el sistema de pilas de combustible, la primera válvula se abra temporalmente antes que la segunda válvula.
- 40
- 45 Las ventajas para el procedimiento acorde a la invención también son válidas para el sistema de pilas de combustible acorde a la invención.
- A continuación, en la figura se explicará con mayor detalle la invención, así como otros diseños ventajosos de ésta, acorde a las características de las reivindicaciones secundarias, utilizando ejemplos de realización.
- 50 La figura muestra un sistema de pilas de combustible 1 que abarca cuatro grupos de pilas de combustible 10, 20, 30, 40. Los grupos de pilas de combustible 10, 20, 30, 40 pueden estar integrados en un único bloque de pilas de combustible, o bien estar distribuidos en varios grupos de pilas de combustible.

ES 2 384 713 T3

- 5 Por todas las pilas de combustible de un grupo de pilas de combustible 10, 20, 30, 40 puede circular de manera paralela un gas, es decir que por todos los compartimientos de gas del cátodo de las pilas de combustible puede circular de manera paralela un gas de combustión del lado de los cátodos (por ej. oxígeno) y por todos los compartimientos de ánodos de las pilas de combustible puede circular de manera paralela un gas de combustión del lado de los ánodos (por ej. agua). Para simplificar la representación, en la figura sólo se encuentran expuestos los compartimientos de ánodos.
- La cantidad de pilas de combustible dentro de un grupo de pilas por las cuales circula un gas de manera paralela disminuye en la dirección del flujo del gas del lado de los cátodos o de los ánodos, en el sentido de un montaje en cascada.
- 10 Los grupos de pilas 10, 20, 30, 40 se encuentran conectadas por medio de conductos 3, 4, 5 de manera tal que un primer gas, en este caso hidrógeno H2', conducido hacia el primer grupo de pilas pueda circular a través de los grupos de pilas 10, 20, 30, 40 del sistema de pilas de combustible, uno después del otro. En cada uno de los conductos 3, 4, 5, para la separación del agua del primer gas H2', se encuentra conectado un separador de agua 7.
- 15 Al grupo de pilas ubicado en último lugar en la dirección de flujo del gas H2' se le pueden conducir a través de una válvula 11 y del conducto 5, por un lado, el primer gas H2" que abandona el penúltimo grupo de pilas y, por otro lado, por medio de un conducto 9, un segundo gas H2", en este caso también hidrógeno.
- 20 Mediante un conducto de eliminación de gas 6, el gas residual que se encuentra en el último grupo de pilas 40, es decir, el gas inerte IG, y probablemente también el gas de combustión que todavía se encuentra allí, así como probablemente el agua W existente, se pueden descargar del último grupo de pilas 40. Para el control de la eliminación del gas residual se encuentra conectada una válvula 12 en el conducto de eliminación de gas 6.
- 25 El grupo de pilas 10, a través de un conducto de abastecimiento de gas 8 y el grupo de pilas 40, a través del conducto de abastecimiento de gas 9, se encuentran conectados a un dispositivo común de abastecimiento de gas, en este caso con el conducto de abastecimiento de gas 2, para un gas fresco. El primer gas H2' y el segundo gas H2" tienen, por lo tanto, la misma composición. Para el control del suministro de gas fresco H2, en el conducto de abastecimiento de gas 2 se encuentra conectada una servoválvula 13.
- 30 Durante el funcionamiento del sistema de pilas de combustible 1 se conduce al primer grupo de pilas 10, con la válvula 13 abierta, gas de combustión fresco H2' desde el conducto de suministro de gas 2, por medio del conducto 8. El gas de combustión H2' circula a través de cada uno de los grupos de pilas 10, 20 y 30 y es conducido por medio de la válvula 11 al último grupo de pilas. En los grupos de pilas 10, 20, 30, 40 se concentra el porcentaje de gas combustible reactivo consumido en el gas H2' y, con ello, el porcentaje de gas inerte en el gas H2'.
- 35 Para la concentración de los porcentajes de gas inerte en el último grupo de pilas 40, la válvula 12 está cerrada. Mediante el aumento de la proporción de gas inerte y, dado el caso, de agua, la tensión de la pila U desciende en el último grupo de pilas. Tras alcanzar un valor límite predefinido, el gas residual que se encuentra en el grupo de pilas 40 se descarga del grupo de pilas 14 y, con ello, del sistema de pilas de combustible 1. Para ello, la válvula 11 se cierra para la conducción de gas desde el penúltimo grupo de pilas y se abre para la conducción de gas de combustión fresco H2" a través del conducto 9. Como el gas de combustión H2" tiene una presión mayor, menor humedad y un porcentaje mayor de gas de combustión que el gas de combustión H2'" del penúltimo grupo de pilas 30, el último grupo de pilas puede ser "drenaje" de manera más efectiva que hasta ahora, es decir que el gas inerte y el agua del último grupo de pilas 40 pueden ser descargados desde el último grupo de pilas de manera mucho más rápida y efectiva. Luego de que se haya realizado el drenaje del grupo de pilas 40, el suministro de gas de combustión fresco H2" a través del conducto 9 puede volver a ser interrumpido por la válvula 11 y el suministro de gas de combustión H2'" a través del conducto 5 puede reiniciarse desde el penúltimo grupo de pilas 30.
- 40 La válvula 11 es abierta antes que la válvula 12, es decir que la conducción de gas de combustión fresco H2" hacia el grupo de pilas 40 y la descarga del gas inerte IG y del agua W desde el grupo de pilas 40 tiene un desplazamiento temporal.
- 45 Para la excitación de las válvulas 11 y 12 y, con ello, el control del suministro de gas de combustión fresco H2" hacia el grupo de pilas 40 y el control de la descarga del gas inerte IG y del agua W del grupo de pilas 40 existen, de manera complementaria, dos posibilidades diferentes:
- 50 a) La válvula 11 se abre y se cierra varias veces mientras que, al mismo tiempo, la válvula 12 permanece abierta, es decir, la conducción del gas de combustión fresco H2" para la descarga del gas inerte IG y del agua W se realiza en forma de impulsos.

b) La conducción del gas de combustión fresco H₂ para la descarga del gas inerte IG y del agua W se realiza cada vez, entre una cantidad de de gas inerte IG y de agua W, mediante gas H₂ proveniente del penúltimo grupo de pilas 30.

5 La apertura y el cierre de las válvulas 11 y 12 necesarios para esta función y, con ello, la descarga del gas inerte IG y del agua W pueden realizarse, por ejemplo, dependiendo de la tensión del último grupo de pilas 40, tanto de manera automática bajo el control de un dispositivo de control central, que no se encuentra representado, como también por medio de pulsación manual.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Procedimiento para la eliminación de gas inerte y/o agua de un sistema de pilas de combustible (1), con por lo menos dos grupos de pilas de combustible (10, 20, 30, 40), por los cuales circula, por uno y después por otro, un primer gas (H2'), donde un porcentaje de gas inerte y/o agua (IG o W) se concentra en el primer gas (H2') en la dirección de flujo del primer gas (H2') que circula a través de los grupos de pilas de combustible (10, 20, 30, 40) y es descargado a continuación del sistema de pilas de combustible (1), donde para la descarga de la proporción de gas inerte y/o agua (IG o W) desde el sistema de pilas de combustible (1), por medio de la apertura de una primera válvula (11), se conduce un segundo gas (H2'') al grupo de pilas de combustible (40) ubicado en último lugar en la dirección de flujo del primer gas, donde el porcentaje de gas inerte y/o agua (IG o W) en el primer gas (H2') se descarga del sistema de pilas de combustible (1) mediante la apertura de una segunda válvula (12), **caracterizado porque** para la descarga de la proporción de gas inerte y/o agua (IG o W) del sistema de pilas de combustible (1) la primera válvula (11) se abre temporalmente antes que la segunda válvula (12).
- 10
- 15 2. Procedimiento acorde a la reivindicación 1, **caracterizado porque** el primer gas (H2') conducido al grupo de pilas (10) ubicado en primer lugar en la dirección del flujo del primer gas (H2'), y el segundo gas (H'') son idénticos en lo que respecta a su composición.
3. Procedimiento acorde a una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** el primer (H') y el segundo gas (H'') se extraen de un suministro de gas común (2).
4. Procedimiento acorde a una de las reivindicaciones 1 a 3, **caracterizado porque** la conducción del segundo gas (H2'') al grupo de pilas (40) ubicado al final y la descarga de la proporción de gas inerte y/o agua (IG o W) se realizan con un desplazamiento temporal.
- 20
5. Procedimiento acorde a una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la conducción del segundo gas (H2'') al grupo de pilas (40) ubicado al final y la descarga de la proporción de gas inerte y/o agua (IG o W) se realizan en forma de impulsos.
6. Procedimiento acorde a una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la conducción del segundo gas (H2'') al grupo de pilas (40) ubicado en último lugar y la descarga de la proporción de gas inerte y/o agua (IG o W) puede realizarse, cada vez, entre una cantidad de descargas de la proporción de gas inerte y/o agua (IG o W), mediante la conducción de gas (H2''') desde el grupo de pilas (40) ubicado en último lugar.
- 25
7. Procedimiento acorde a una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la descarga de la proporción de gas inerte y/o agua (IG o W) se realiza dependiendo de la tensión de la pila de combustible (U) del grupo de pilas de combustible (40) ubicado en el último lugar.
- 30
8. Sistema de pilas de combustible (1) con por lo menos dos grupos de pilas de combustible (10, 20, 30, 40), que se encuentran conectados entre sí de manera tal que por los grupos de pilas (10, 20, 30, 40) pueda circular un primer gas (H2'), que fluye a través de los grupos de pilas de combustible, uno tras otro, donde un porcentaje de gas inerte y/o agua (IG o W) en el primer gas (H2'), que se concentra en la dirección de flujo del primer gas (H2') que circula a través de los grupos de pilas de combustible (10, 20, 30, 40), puede ser descargado del sistema de pilas de combustible (1), donde para la descarga de la proporción de gas inerte y/o agua (IG o W) del sistema de pilas de combustible (1) se puede conducir un segundo gas (H2'') hacia el grupo de pilas (40) ubicado en último lugar en la dirección de flujo del primer gas (H2'), donde el grupo de pilas (40) ubicado en último lugar presenta una primera válvula (11) del lado de la entrada del gas para la conducción del segundo gas (H2'') hacia el grupo de pilas de combustible ubicado en último lugar (40), y una segunda válvula (12) para la descarga de la proporción de gas inerte y/o agua (IG o W), **caracterizado por** un dispositivo de control para controlar la apertura de las dos válvulas (11, 12) de tal tipo que, para la descarga de la proporción de gas inerte y/o agua (IG o W) desde el sistema de pilas de combustible (1), la primera válvula (11) se abra temporalmente antes que la segunda válvula (12)
- 35
- 40
9. Sistema de pilas de combustible acorde a la reivindicación 8, **caracterizado porque** el primer gas (H2') conducido al grupo de pilas (10) ubicado en primer lugar en la dirección del flujo del primer gas (H2'), y el segundo gas (H2'') son idénticos en lo que respecta a su composición.
- 45
10. Sistema de pilas de combustible acorde a una de las reivindicaciones 8 a 9, **caracterizado porque** el grupo de pilas (10) ubicado en primer lugar en la dirección de flujo del primer gas (H2') y el grupo de pilas (40) ubicado en último lugar en la dirección de flujo del primer gas (H2') se encuentran conectados del lado de la entrada del gas con un dispositivo de suministro de gas (2).
- 50

