

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 940 756**

51 Int. Cl.:

H01M (2006.01)
H01M (2006.01)
H01M (2006.01)
H01M (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

- 86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **11.11.2019 PCT/EP2019/080853**
- 87 Fecha y número de publicación internacional: **22.05.2020 WO20099311**
- 96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **11.11.2019 E 19806111 (1)**
- 97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **04.01.2023 EP 3881381**

54 Título: **Procedimiento para la puesta en marcha de una pila de combustible de circuito cerrado**

30 Prioridad:

14.11.2018 DE 102018219434

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:
11.05.2023

73 Titular/es:

**THYSSENKRUPP MARINE SYSTEMS GMBH
(50.0%)
Wertstraße 112-114
24143 Kiel, DE y
THYSSENKRUPP AG (50.0%)**

72 Inventor/es:

POMMER, HANS

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 940 756 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 puesta en marcha de una pila de combustible de circuito cerrado

5 La invención se refiere a un procedimiento para poner en marcha una pila de combustible de circuito cerrado.

10 Si una pila de combustible no está en uso, se suele purgar el lado de oxígeno previamente con gas inerte para que no haya oxígeno en contacto permanente con el electrodo y la membrana para evitar daños. En el lado del hidrógeno permanece por regla general el hidrógeno. Esto permite que con el tiempo el hidrógeno llegue al lado del oxígeno. Si ahora se introdujera de nuevo oxígeno en el lado del oxígeno, podría crearse una mezcla de gases inflamable.

15 Para resolver este problema, el lado del oxígeno se purga normalmente con gas inerte, liberando la mezcla de gases al medio ambiente. Sin embargo, esto resulta crítico en entornos cerrados, por ejemplo en un submarino, ya que aquí no se puede liberar hidrógeno al medio ambiente. Para descomponer el hidrógeno, el gas de purga puede pasar por un convertidor adecuado, que permite una oxidación controlada. Este tipo de convertidor está presente en los submarinos con acumulador de plomo. Sin embargo, en los submarinos que usan un elemento secundario de litio para el almacenamiento de energía, este convertidor ya no es necesario.

20 El objetivo de la invención es evitar la liberación de hidrógeno al medio ambiente durante la puesta en marcha de una pila de combustible y, al mismo tiempo, garantizar que no se produzca una mezcla inflamable.

Este objetivo se consigue mediante el procedimiento con las características indicadas en la reivindicación 1. Otros perfeccionamientos ventajosos resultan de las reivindicaciones dependientes, de la siguiente descripción y del dibujo.

25 El procedimiento según la invención para poner en marcha una pila de combustible de circuito cerrado comprende los siguientes pasos:

- a) Selección de una pila de combustible de circuito cerrado, con la pila de combustible de circuito cerrado en estado de reposo,
- 30 c) Aplicación de una tensión entre el lado del hidrógeno y el lado del oxígeno de la pila, con el electrodo del lado del oxígeno polarizado positivamente,
- b) Medición de la corriente que circula entre el electrodo del lado del oxígeno y el electrodo del lado del hidrógeno,
- d) Terminación de la aplicación de una tensión entre el lado del hidrógeno y el lado del oxígeno,
- 35 f) Alimentación de oxígeno al lado de oxígeno.

En particular, la terminación de la aplicación de una tensión entre el lado del hidrógeno y el lado del oxígeno puede realizarse mediante la desconexión de la fuente de tensión externa.

40 Aplicando externamente una tensión, la oxidación anódica del hidrógeno tiene lugar en el lado del oxígeno, de tal modo que los protones pueden ser conducidos de vuelta a través de la membrana hacia el lado del hidrógeno. Esto transporta el hidrógeno del lado del oxígeno al ánodo.

45 En otra forma de realización de la invención, el gas inerte que contiene menos del 1 % de oxígeno en volumen, preferentemente menos de 10 ppm de oxígeno, está presente en el lado del oxígeno en el estado de reposo de la pila de combustible de circuito cerrado.

En otra forma de realización de la invención, en el paso b) se aplica una tensión de entre 0,1 V y 1 V, preferentemente de entre 0,2 V y 0,8 V, de manera particularmente preferente de entre 0,25 V y 0,4 V.

50 En otra forma realización de la invención, el lado de hidrógeno se lava continuamente con hidrógeno o con una mezcla de hidrógeno y gas inerte en los pasos b) a d). De esta manera se garantiza el suministro de hidrógeno al ánodo y el funcionamiento del circuito catódico.

55 En otra forma de realización de la invención, el procedimiento comprende el siguiente paso entre el paso d) y el paso f): e) Reducción de la presión parcial inerte del lado de oxígeno a la presión parcial inerte en el modo de control.

60 En el estado de reposo, la presión a ambos lados de la pila de combustible es preferentemente la misma. Dado que sólo hay gas inerte en el lado del oxígeno, la presión parcial del gas inerte es mayor en el estado de reposo que en el estado de funcionamiento. Una vez descompuesto el hidrógeno en el lado del oxígeno, es ventajoso reducir primero la presión antes de añadir el oxígeno.

65 En otra forma de realización de la invención, en el paso b) la corriente que circula se mide en función del tiempo. Preferentemente, la etapa d) se lleva a cabo después de caer por debajo de la corriente umbral de la etapa b). Cuanto menor sea la concentración de hidrógeno en el lado del oxígeno, menor será la corriente circulante resultante. La corriente límite corresponde, pues, a una concentración límite. De este modo, se reduce la tensión en la célula.

En otro aspecto, la invención se refiere a un procedimiento para detectar un defecto en una pila de combustible de circuito cerrado. El procedimiento evalúa la dependencia temporal de la corriente medida en el paso b) y determina la corriente límite a la que se aproxima la corriente medida. Se distinguen dos estados de la célula en función de la corriente límite:

1. A) La corriente límite cae por debajo de un valor de como máximo $10\ \mu\text{A}$, preferentemente de $1\ \mu\text{A}$, de manera particularmente preferente de $0,1\ \mu\text{A}$, y la pila de combustible de circuito cerrado se evalúa como intacta y se continúa el proceso de arranque de una pila de combustible de circuito cerrado;
2. B) La corriente límite supera un valor de $10\ \mu\text{A}$, la pila de combustible de circuito cerrado se evalúa como defectuosa y se da por finalizado el procedimiento de arranque de una pila de combustible de circuito cerrado.

Midiendo las tensiones individuales de la célula, se puede identificar una célula de combustible con fugas, ya que la tensión en una célula con fugas no se disipa completamente, puesto que una cierta cantidad de hidrógeno - dependiendo de la tasa de fuga - circula continuamente desde el ánodo al cátodo.

A continuación, se explica en más detalle el procedimiento según la invención con referencia a un ejemplo de realización mostrado en el dibujo.

Fig. 1 Diagrama de flujo

La Fig. 1 muestra el procedimiento según la invención. En un primer paso 10, se proporciona una pila de combustible de circuito cerrado en estado de reposo. En el lado del oxígeno hay gas inerte con una pequeña cantidad de hidrógeno, habiendo llegado el hidrógeno al lado del oxígeno por medio de difusión a través de la membrana.

En una segunda etapa 20, se suministra hidrógeno al ánodo y se hace funcionar el cátodo en circuito cerrado, aplicándose a continuación una tensión de, por ejemplo, $300\ \text{mV}$ entre el lado del hidrógeno y el lado del oxígeno, polarizándose positivamente el electrodo del lado del oxígeno.

En un tercer paso 30, se mide en función del tiempo la corriente que circula y se determina la corriente límite. Si la corriente límite es prácticamente 0, se continúa el procedimiento. Si se puede medir bien la corriente límite, esto es una indicación de una fuga en la membrana, la pila de combustible se clasifica como defectuosa y el procedimiento se finaliza en el paso 70.

En una cuarta etapa 40, se finaliza la aplicación de la tensión y, en una quinta etapa 50, se reduce la presión parcial del gas inerte.

En un sexto paso 60, se suministra oxígeno al lado de oxígeno y la pila de combustible de circuito cerrado inicia su funcionamiento regular.

REIVINDICACIONES

- 5 1. Un procedimiento de puesta en marcha de una pila de combustible de circuito cerrado, comprendiendo el procedimiento los pasos de:
- a) Selección de una pila de combustible de circuito cerrado, estando la pila de combustible de circuito cerrado en estado de reposo,
 - b) Aplicación de una tensión entre el lado del hidrógeno y el lado del oxígeno, estando el electrodo del lado del oxígeno polarizado positivamente,
 - 10 c) Medición de la corriente que circula entre el electrodo del lado del oxígeno y el electrodo del lado del hidrógeno,
 - d) Terminación de la aplicación de una tensión entre el lado del hidrógeno y el lado del oxígeno,
 - f) Alimentación de oxígeno al lado de oxígeno.
- 15 2. Procedimiento según la reivindicación 1, **caracterizado porque** en el estado de reposo de la pila de combustible de circuito cerrado, en el lado del oxígeno está presente un gas inerte con menos del 1 % de oxígeno en volumen, preferentemente con menos de 10 ppm de oxígeno.
- 20 3. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** en el paso b) se aplica una tensión de entre 0,1 V y 1 V, preferentemente de entre 0,2 V y 0,8 V, más preferentemente de entre 0,25 V y 0,4 V.
- 25 4. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado por que** en las etapas b) a d) el lado del hidrógeno se lava continuamente con hidrógeno o con una mezcla de hidrógeno y gas inerte.
5. Procedimiento según una cualquiera de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado en que** entre el paso d) y el paso f) el procedimiento presenta el siguiente paso: e) reducción de la presión parcial inerte del lado del oxígeno a la presión parcial inerte en el modo de control.
- 30 6. Procedimiento según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** en la etapa b) la corriente circulante se mide en función del tiempo.
- 35 7. Procedimiento según la reivindicación 6, **caracterizado por que** la etapa d) se lleva a cabo después de descenderse por debajo de una corriente umbral de la etapa b).
- 40 8. Procedimiento para detectar un defecto durante la realización del procedimiento según una de las reivindicaciones 6 a 7, **caracterizado porque** se evalúa la dependencia temporal de la corriente medida en el paso b) y en el que se determina la corriente límite a la que se aproxima la corriente medida, en donde se distinguen dos estados de la célula:
- A) La corriente límite cae por debajo de un valor de como máximo 10 μA , preferentemente de 1 μA , de manera particularmente preferente de 0,1 μA , y la pila de combustible de circuito cerrado se evalúa como intacta y se continúa el proceso de arranque de una pila de combustible de circuito cerrado;
 - B) La corriente límite supera un valor de 10 μA , la pila de combustible de circuito cerrado se evalúa como defectuosa y se da por finalizado el procedimiento de arranque de una pila de combustible de circuito cerrado.

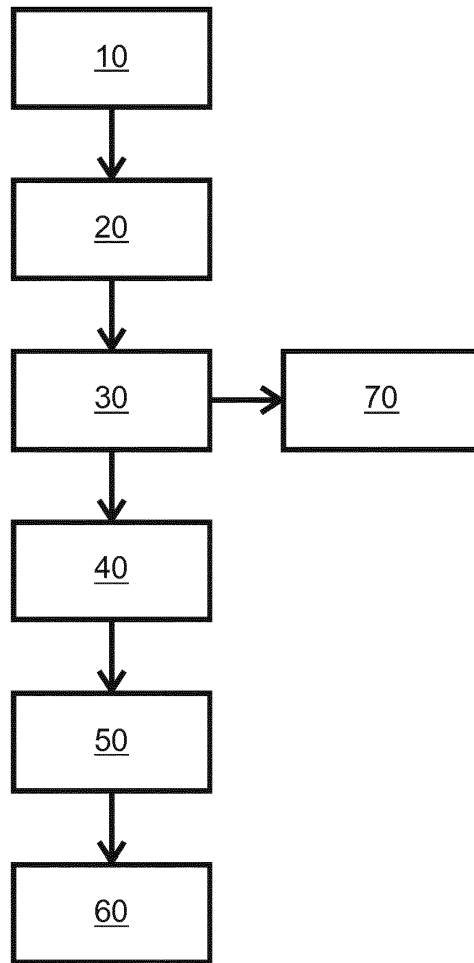


Fig. 1