

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 786 929**

51 Int. Cl.:

H01M (2006.01)

H01M 8/0612 (2006.01)

H01M 8/124 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

86 Fecha de presentación y número de la solicitud internacional: **15.12.2014 PCT/EP2014/003350**

87 Fecha y número de publicación internacional: **25.06.2015 WO15090549**

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **15.12.2014 E 14824371 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **12.02.2020 EP 3084869**

54 Título: **Circuito de gas para un sistema de celda de combustible de óxido sólido y un sistema de celda de combustible de óxido sólido**

30 Prioridad:

17.12.2013 DE 102013226327

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

14.10.2020

73 Titular/es:

**THYSSENKRUPP MARINE SYSTEMS GMBH
(100.0%)
Werftstrasse 112-114
24143 Kiel, DE**

72 Inventor/es:

NEHTER, PEDRO

74 Agente/Representante:

GONZÁLEZ PECES, Gustavo Adolfo

ES 2 786 929 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

Circuito de gas para un sistema de celda de combustible de óxido sólido y un sistema de celda de combustible de óxido sólido

5 La invención se refiere a un circuito de gas para un sistema de celda de combustible de óxido sólido de acuerdo con el preámbulo de la reivindicación 1 y un sistema de celda de combustible de óxido sólido con al menos una celda de combustible de óxido sólido.

10 Las celdas de combustible de óxido sólido (Solid Oxide Fuel Cell, SOFC) pueden ser diseñadas como celdas de combustible de alta o también de baja temperatura y de acuerdo con su diseño pueden ser clasificadas esencialmente en celdas de combustible de óxido sólido tubulares y planas. Las celdas de combustible de óxido sólido planas son especialmente adecuadas para aplicaciones con altas densidades de potencia volumétrica. Sin embargo, la fiabilidad y la vida útil de las celdas de combustible de óxido sólido planas pueden ser gravemente perjudicadas por las elevadas diferencias de presión entre el lado del aire (cátodo) y el medio ambiente así como entre el lado de la combustión (ánodo) y el lado del aire, las cuales pueden ser causadas, por ejemplo, por los intercambiadores de calor ubicados corriente abajo.

15 Cuando son usados combustibles que contienen hidrocarburos, tal como gas natural, GLP, diésel o queroseno, es requerido un tratamiento del gas combustible para evitar la deposición de carbono dentro de la celda de combustible de óxido sólido. Además de la oxidación parcial y el reformado autotérmico, el reformado con vapor es el proceso de tratamiento con mayor potencial de eficacia. Además del vapor de agua que debe ser proporcionado para el reformado propiamente dicho del combustible, son ventajosos gases tal como hidrógeno, monóxido de carbono y dióxido de carbono, que pueden generar metano mediante una reacción exotérmica dentro del reformador. Dado que el reformado no suele ser completamente oxidado en la celda de combustible de óxido sólido, en el actual estado de la técnica es sabido recircular el gas que sale del ánodo en un circuito de gas de vuelta al reformador para proporcionar los gases hidrógeno, monóxido de carbono y dióxido de carbono, mencionados anteriormente, que apoyan el proceso de reformado.

25 Típicamente, es usado un soplador o eyector para la recirculación del gas anódico en el circuito de gas, a través del que fluye la recirculación o una mezcla de recirculación y combustible primario.

Por ejemplo, el documento EP 1 603 181 A2 desvela un sistema de celda de combustible de óxido sólido en el que la distribución del flujo de gas anódico es realizada antes del ventilador.

30 El documento US 2008/0057361 describe además una disposición en la que el ventilador de recirculación del lado del aire está situado en la hebra de la recirculación y por lo tanto también detrás de la distribución del flujo de gas anódico en un flujo de gas residual y un flujo de recirculación.

35 Sin embargo, en estas configuraciones de sistemas de SOFC conocidas del estado de la técnica, el nivel de presión del ánodo es establecido correspondientemente en un valor alto por encima de las pérdidas de presión de los componentes posteriores del flujo de gas residual. La presión del gas en el ánodo puede alcanzar un nivel tan alto que la celda de combustible puede resultar dañada o fallar.

El documento EP 1 571 726 A1 describe una disposición en la que un ventilador está dispuesto antes de que el flujo de gas anódico sea distribuido en un flujo de gas residual y un flujo de recirculación. Es establecida una tasa de recirculación del gas anódico de manera que el oxígeno necesario para la reformación endotérmica pueda ser tomado del agua y el dióxido de carbono del gas anódico recirculado.

40 Por lo tanto, es un objeto de la presente invención proporcionar un circuito de gas para un sistema de celda de combustible de óxido sólido, así como un sistema de celda de combustible de óxido sólido de acuerdo con el que la recirculación es posible sin aumentar excesivamente la presión en el espacio de gas del ánodo.

45 Este objeto es logrado con un ciclo de gas para un sistema de celda de combustible de óxido sólido con las características de acuerdo con la reivindicación 1 y con un sistema de celda de combustible de óxido sólido con las características de acuerdo con la reivindicación 10. Los desarrollos posteriores ventajosos de la invención resultan de las reivindicaciones dependientes, la descripción y el dibujo. Las características indicadas en las reivindicaciones secundarias y en la descripción pueden desarrollar la solución de acuerdo con la invención, ya sea individualmente o en una combinación adecuada.

50 De acuerdo con la invención, es proporcionado un circuito de gas para un sistema de celda de combustible de óxido sólido, que tiene una sección de gas anódico en la que el gas anódico que emerge de un espacio gaseoso de un ánodo de la celda de combustible de óxido sólido fluye, y una sección de recirculación para recircular al menos parte del gas del ánodo de vuelta a un dispositivo de preparación de gas de combustible dispuesto en el circuito de gas, en el que el combustible es procesado en gas combustible para la celda de combustible de óxido sólido, en el que, en el circuito de gas, está dispuesto un dispositivo de suministro de gas para recircular el gas del ánodo, y una instalación de distribución que divide el gas del ánodo en una corriente de recirculación y una corriente de gas residual para descargar del circuito de gas, en el que el dispositivo de transporte está dispuesto corriente arriba del dispositivo de

división en la sección de gas del ánodo, en el que un medio más lejano, tal como agua o vapor de agua, es suministrado al flujo de recirculación en la sección de recirculación a través de una tubería que desemboca en la sección de recirculación por medio de un eyector, una tobera o un lavador de chorro.

5 La idea básica de la presente invención es colocar el dispositivo de transporte corriente arriba del dispositivo de separación en la sección de gas del ánodo. Al dividir el flujo de gas anódico sólo corriente abajo del dispositivo de transporte, todo el gas que sale del espacio de gas anódico fluye a través del dispositivo de transporte. El nivel de presión en el espacio gaseoso del ánodo puede ser mantenido bajo a pesar de las altas pérdidas de presión en el flujo de gas residual. El consumo de energía del sistema de transporte será mayor que el de la recirculación habitual de gas anódico conocido por el estado de la técnica, dado que el flujo de volumen puede ser duplicado. Sin embargo, esto sólo será notado en la eficiencia eléctrica con una disminución de un máximo de 1 %.

De acuerdo con una realización preferente, el dispositivo de transporte de gas es un ventilador.

De acuerdo con una realización alternativa preferente, el dispositivo de transporte de gas también puede ser un eyector.

15 Preferentemente, el sistema de preparación del gas combustible comprende un reformador en el que es preparado el gas combustible.

Además, es ventajoso si el dispositivo de acondicionamiento de gases combustibles está diseñado para llevar a cabo el acondicionamiento de gases combustibles a diferentes temperaturas, a diferentes presiones y/o con diferentes catalizadores.

20 Además, la instalación de tratamiento de gas combustible puede tener dispositivos para llevar a cabo la oxidación parcial, la reforma autotérmica o la reforma de vapor.

De acuerdo con una realización preferente, el sistema de acondicionamiento de gas combustible tiene un dispositivo de desulfuración para que también puedan ser usados los combustibles que contienen azufre.

También es ventajoso que el flujo de gas residual pueda ser alimentado a un quemador de gas residual para oxidar el gas residual con aire u oxígeno.

25 Preferentemente, el circuito de gas también tiene una sección de gas combustible que lleva del dispositivo de gas combustible al espacio de gas del ánodo.

30 De acuerdo con la invención, es proporcionado además un sistema de celda de combustible de óxido sólido que comprende al menos una celda de combustible de óxido sólido y un circuito de gas como ha sido expuesto anteriormente. El sistema de celdas de combustible de óxido sólido de acuerdo con la invención, el cual está equipado con un circuito de gas como ha sido descrito anteriormente, tiene la ventaja de una alta fiabilidad y una larga vida útil, ya que son evitadas las grandes diferencias de presión o un aumento excesivo de la presión en el espacio de gas del ánodo.

La invención es explicada más detalladamente a continuación mediante una realización de ejemplo que es mostrada en los dibujos. Estos muestran:

35 Fig. 1 la estructura esquemática de un sistema de celdas de combustible de óxido sólido según una primera realización no de acuerdo con la invención

Fig. 2 la estructura esquemática de un sistema de celdas de combustible de óxido sólido según una segunda realización no de acuerdo con la invención

40 Fig. 3 la estructura esquemática de un sistema de celdas de combustible de óxido sólido según una realización de acuerdo con la invención; y

Fig. 4 la estructura esquemática de un sistema de celdas de combustible de óxido sólido según una realización adicional no de acuerdo con la invención.

45 La Fig. 1 muestra la estructura esquemática de un sistema de celda de combustible de óxido sólido 1 con el ciclo de gas según una realización no de acuerdo con la invención, que puede funcionar, por ejemplo, con combustibles que contienen hidrocarburos tal como gas natural, GLP, diésel, gasolina, queroseno, metanol o etanol a una temperatura de funcionamiento entre 500 °C y 900 °C. El sistema de celda de combustible de óxido sólido 1 tiene un dispositivo de preparación de gas combustible 2 en forma de reformador que es acoplado a un ánodo 3 de una celda de combustible de óxido sólido 4 a través de una sección de gas combustible 6 del circuito de gas 7. El dispositivo de procesamiento de gas combustible 2 está diseñado para funcionar calentado, enfriado o adiabáticamente a temperaturas de 250 °C a 1000 °C. A través de una sección de combustible 15 el combustible es alimentado a la unidad de preparación de gas combustible 2 para su preparación.

5 La celda de combustible de óxido sólido 4 puede ser diseñada como una celda de combustible de baja o alta temperatura que conduce protones u oxígeno. Además, la celda de combustible de óxido sólido 4 del lado del gas puede estar formada por varias celdas o pilas de celdas conectadas en serie o en paralelo, que no son mostradas en detalle en la presente memoria. El cátodo 14 de la celda de combustible de óxido sólido 4 está dispuesto junto al ánodo 3 separado del ánodo 3 por un electrolito sólido, por ejemplo, cerámico.

10 El sistema de celda de combustible de óxido sólido 1 también tiene un intercambiador de calor 5, a través del cual el gas combustible preparado por el dispositivo de preparación de gas combustible 2 pasa por la sección de gas combustible 6 del circuito de gas 7 del sistema de celda de combustible de óxido sólido 1 en la trayectoria al ánodo 3, y otro intercambiador de calor 8, que está dispuesto en una sección de recirculación 9 del circuito de gas 7 en el que los flujos son recirculados, y el que lleva el gas a la temperatura de entrada requerida del reformador 2 y los combustibles de óxido sólido 4.

15 Además, el sistema de celdas de combustible de óxido sólido 1 comprende una unidad de oxidación 10 con un quemador de gas residual. La unidad de oxidación 10 está dispuesta en una sección de gas residual 11, en la que fluye el gas residual que debe ser descargado del circuito de gas 7. El gas residual es introducido en la unidad de oxidación 10 junto con el aire 12 para oxidar el gas residual y salir de la unidad de oxidación 10 como gas de escape 13.

20 Para evitar un aumento de la presión en el espacio gaseoso del ánodo 3, un dispositivo de transporte de gas 16, que en la presente memoria está diseñado como un soplador y que sirve para recircular una parte del gas del ánodo que sale del ánodo 3, está dispuesto en una sección de gas del ánodo 17, de manera que todo el gas del ánodo fluye a través del dispositivo de transporte de gas 16. Después del dispositivo de transporte de gas 16, está dispuesta una instalación de distribución 18, por ejemplo en forma de una válvula, que divide el gas anódico en un flujo de recirculación que fluye en la sección de recirculación 9 y un flujo de gas residual para ser descargado del circuito de gas que fluye en la sección de gas residual 11.

25 La Fig. 2 muestra la estructura esquemática de un sistema de celda de combustible de óxido sólido 1 según una segunda realización no de acuerdo con la invención, que difiere de la realización mostrada en la Fig. 1 en que otra celda de combustible de óxido sólido 4' está dispuesta en la sección de gas residual 11 corriente arriba de la unidad de oxidación 10 y corriente abajo de la instalación de distribución 18. En esta sección también puede estar dispuesta más de una celda de combustible de óxido sólido. Al proporcionar una o más celdas de combustible de óxido sólido adicionales 4' en la sección de gas residual 11, es aumentada la conversión de combustible.

30 La Fig. 3 muestra la estructura esquemática de un sistema de celda de combustible de óxido sólido 1 según una realización de acuerdo con la invención, que difiere de la realización mostrada en la Fig. 1 en que un medio adicional, tal como agua o vapor, es alimentado al flujo de recirculación en la sección de recirculación 9 a través de una línea 19 que desemboca en la sección de recirculación 9 por medio de un eyector, una boquilla o un lavador de chorro no mostrados en este caso.

35 La Fig. 4 muestra la estructura esquemática de un sistema de celda de combustible de óxido sólido 1 según una realización adicional no de acuerdo con la invención, que difiere del diseño mostrado en la Fig. 3 en que el medio adicional, tal como agua o vapor de agua, en la presente memoria ya está introducido en la sección de gas del ánodo 17, es decir, corriente abajo del ánodo 3 y corriente arriba del dispositivo de suministro de gas 16.

Lista de referencia

- 40 1 - sistema de celda de combustible de óxido sólido
 2 - tratamiento del gas combustible (reformador)
 3, 3' - ánodo de celda de combustible de óxido sólido
 4, 4' - celda de combustible de óxido sólido
 5 - intercambiador de calor
 45 6 - sección de gas combustible
 7 - circuito de gas
 8 - intercambiador de calor
 9 - sección de recirculación
 10 - unidad de oxidación
 50 11 - sección de gas residual

- 12 - aire
- 13 - gas de escape
- 14, 14' - cátodo
- 15 - sección de combustible
- 5 16 - dispositivo de transporte de gas
- 17 - sección de gas del ánodo
- 18 - instalación de distribución
- 19 - línea para el medio adicional

10

REIVINDICACIONES

- 5 1. Circuito de gas (7) para un sistema de celda de combustible de óxido sólido (1), que comprende una sección de gas anódico (17) en la que fluye el gas anódico que sale de un espacio de gas de un ánodo (3) de una celda de combustible de óxido sólido (4), y una sección de recirculación (9) para recircular al menos una parte del gas anódico de vuelta a un dispositivo de preparación de gas combustible (2) dispuesto en el circuito de gas (7), en el que el combustible para la celda de combustible de óxido sólido (4) es preparado en gas combustible, en el que están dispuestos un dispositivo de transporte de gas (16) para recircular el gas anódico en el circuito de gas (7), y una instalación de distribución (18) que divide el gas anódico en un flujo de recirculación y un flujo de gas residual para ser descargado del circuito de gas (7), en el que el dispositivo de transporte (16) está dispuesto corriente arriba de la instalación de distribución (18) en la sección de gas anódico (17), caracterizado porque un medio adicional, tal como agua o vapor, es suministrado al flujo de recirculación en la sección de recirculación (9) a través de una línea (19) que desemboca en la sección de recirculación (9) por medio de un eyector, una boquilla o un lavador de chorro.
- 15 2. Circuito de gas (7) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el dispositivo de transporte (16) es un ventilador.
3. Circuito de gas (7) de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizado porque el dispositivo de transporte (16) es un eyector.
4. Circuito de gas (7) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el dispositivo de procesamiento de gas combustible (2) comprende un reformador.
- 20 5. Circuito de gas (7) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 4, caracterizado porque el dispositivo de acondicionamiento del gas combustible (2) está diseñado para llevar a cabo el acondicionamiento del gas combustible a diferentes temperaturas, a diferentes presiones y/o con diferentes catalizadores.
- 25 6. Circuito de gas (7) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 5, caracterizado porque el dispositivo de acondicionamiento del gas combustible (2) comprende medios para llevar a cabo la oxidación parcial, la reforma autotérmica o la reforma de vapor.
7. Circuito de gas (7) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 6, caracterizado porque el dispositivo de acondicionamiento del gas combustible (2) comprende un dispositivo de desulfuración.
- 30 8. Circuito de gas (7) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 7, caracterizado porque la corriente de gas residual puede ser suministrada a una unidad de oxidación (10) con un quemador de gas residual para oxidar el gas residual con aire u oxígeno.
9. Circuito de gas (7) de acuerdo con una de las reivindicaciones 1 a 8, caracterizado porque el circuito de gas (7) comprende además una sección de gas combustible (15) que lleva del dispositivo de gas combustible (2) al espacio de gas del ánodo (3).
- 35 10. Sistema de celda de combustible de óxido sólido (1) que comprende al menos una celda de combustible de óxido sólido (4, 4') y un circuito de gas (7) de acuerdo con cualquiera de las reivindicaciones 1 a 9.

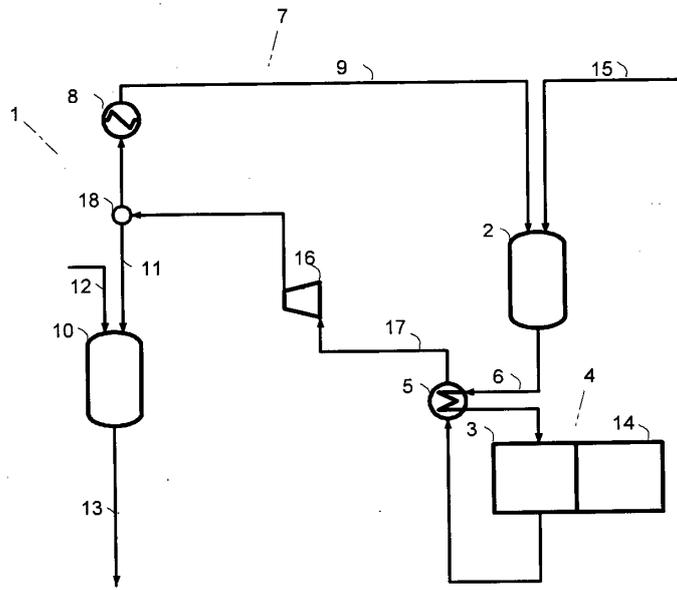


Fig 1.

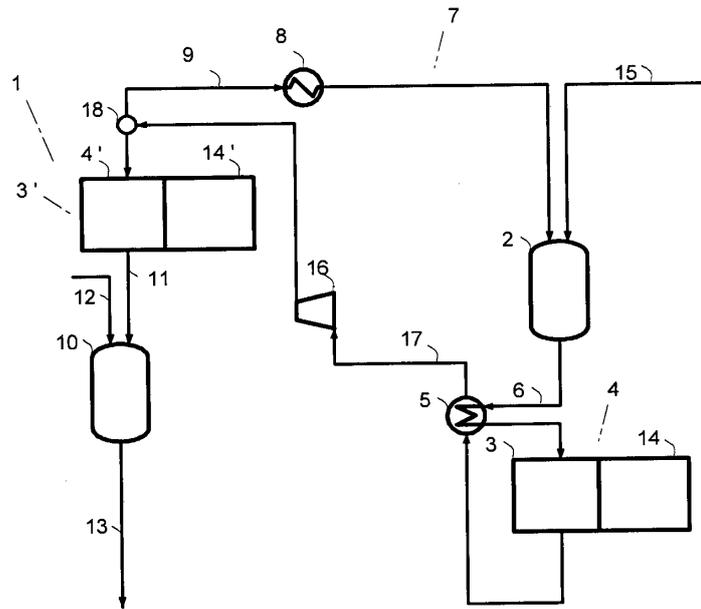


Fig 2.

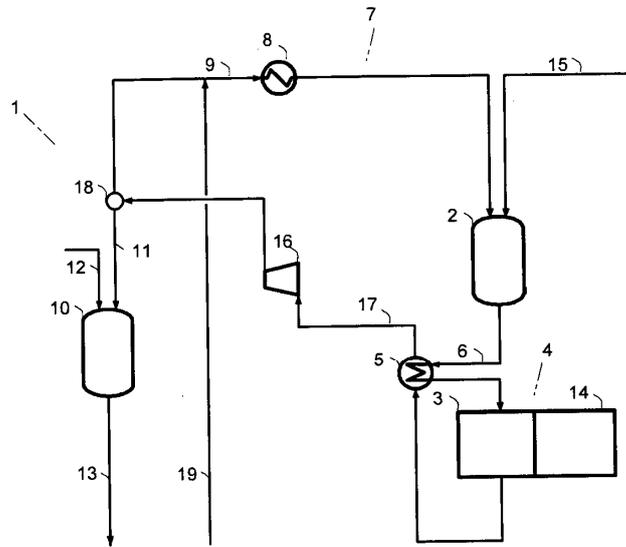


Fig 3.

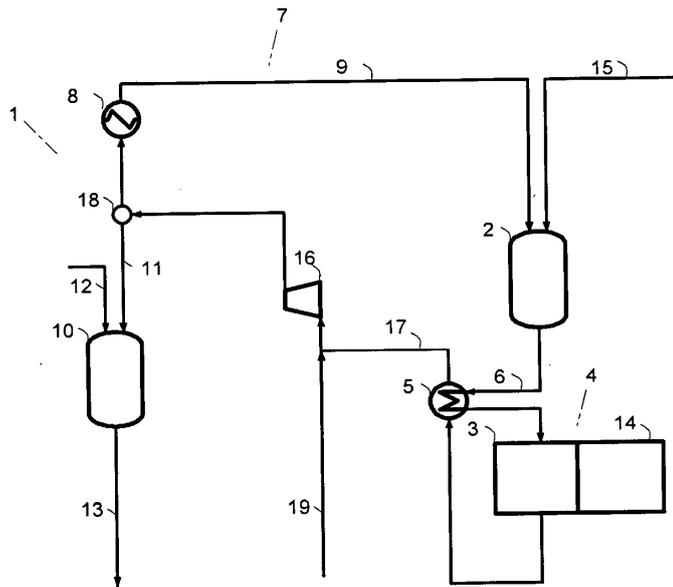


Fig 4.