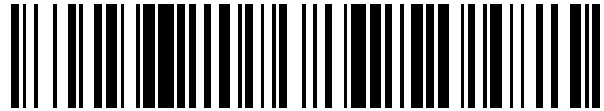


19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 565 034**

51 Int. Cl.:

**F24D 12/02** (2006.01)

**F23N 5/00** (2006.01)

**H01M 8/06** (2006.01)

**H01M 8/04** (2006.01)

**H01M 8/12** (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **09.03.2007 E 07004854 (1)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **23.12.2015 EP 1835240**

54 Título: **Procedimiento para hacer funcionar una combinación de un aparato calefactor con una instalación de celda de combustible**

30 Prioridad:

**15.03.2006 AT 4152006**

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

**30.03.2016**

73 Titular/es:

**VAILLANT GMBH (100.0%)  
BERGHAUSER STRASSE 40  
42859 REMSCHEID, DE**

72 Inventor/es:

**BADENHOP, THOMAS;  
BERG, JOACHIM;  
GÖTZ, KLAUS;  
KÖHLHAGE, JÖRG;  
KRAUS, MATTHIAS;  
OERDER, BODO y  
PAULUS, JOCHEN**

74 Agente/Representante:

**DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto**

**ES 2 565 034 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 hacer funcionar una combinación de un aparato calefactor con una instalación de celda de combustible

5 La invención se refiere a una combinación de un aparato calefactor con una instalación de celda de combustible, así como a un procedimiento correspondiente para hacer funcionar esta combinación.

10 Aparatos calefactores de celdas de combustible se hacen funcionar a menudo en combinación con un aparato calefactor convencional. En este caso, la celda de combustible produce, por una parte, energía eléctrica. Por otra parte, el calor de escape se utiliza para fines de calefacción, aprovechándose el calor tanto para satisfacer las demandas de agua sanitaria como también de calefacción de recintos. Dado que, particularmente en invierno, el calor de escape de la celda de combustible no es suficiente para calentar edificios de viviendas, se combina por lo tanto a menudo una celda de combustible con un aparato calefactor convencional. El aparato calefactor convencional se conecta cuando la producción de calor de la celda de combustible no es suficiente o se requiere calor, sin que al mismo tiempo se necesite energía eléctrica, en donde ésta tampoco puede ser almacenada temporalmente de forma eficiente. El gas de escape tanto de la celda de combustible como también del aparato calefactor debe ser eliminado.

15 A partir del documento DE 100 14 105 A1 se conoce la combinación de un aparato calefactor con una instalación de celda de combustible, en donde los gases de escape de ambos aparatos son conducidos conjuntamente y son eliminados en común a través de un tubo de gas de escape. Coaxialmente a este tubo de gas de escape se aspira aire fresco para los dos aparatos, el cual es distribuido acto seguido sobre ambos aparatos.

20 En este caso resulta el problema que la tubería de gas de escape que se requiere para la combinación de los dos aparatos debe presentar un diámetro muy grande.

25 Además de ello, el gas de escape de la celda de combustible dispone a menudo todavía de considerables porciones de energía térmica. A partir del documento DE 199 48 216 A1 se conoce, por lo tanto, utilizar el gas de escape de una celda de combustible que, en virtud del elevado exceso de aire, dispone de una porción de oxígeno residual muy elevada, como agente oxidante para un así denominado quemador de escalonamiento de aire. Un quemador de escalonamiento de aire de este tipo se distingue porque puede ser hecho funcionar con una llama de difusión en una amplia relación gas combustible-aire.

30 El documento DE 198 54 035 A1 muestra una combinación de un aparato calefactor con una instalación de celda de combustible en la que tiene lugar una combustión posterior de los gases de escape en la instalación de la celda de combustible. De la celda de combustible sale únicamente una tubería de gas de escape. Este gas de escape es aportado, en parte o por completo, a un quemador en calidad de agente oxidante.

También el documento DE 100 59 892 A1 enseña conducir el gas de escape de una celda de combustible en forma de mezcla a base de gas de escape del ánodo y gas de escape del cátodo como gas de escape común y aportarlo a un quemador.

35 El documento WO 00/74164 A1 muestra una celda de combustible, cuyo gas de escape del ánodo y del cátodo es quemado primeramente en un quemador de gas de escape catalítico y, a continuación, bajo la adición de gas natural en un post-quemador. En este caso, una parte del gas de escape del cátodo es conducido pasando junto al quemador de gas de escape catalítico hacia el post-quemador. Los gases de escape del post-quemador se utilizan en un intercambiador de calor para fines de calefacción. Por consiguiente, a través del proceso es conducida una porción relativamente grande de gases inertes, lo cual empeora el grado de eficacia de toda la instalación.

40 La invención tiene por misión reducir la corriente másica de gas de escape en el caso de una combinación de un aparato calefactor con una instalación de celda de combustible, con lo cual son posibles secciones transversales del gas de escape menores y, por otra parte, se puede aprovechar térmicamente en la mayor medida de lo posible el gas de escape de la celda de combustible.

45 Conforme a la invención, esto se resuelve de acuerdo con las características de la reivindicación de procedimiento 1 independiente, debido a que al menos una parte del gas de escape del cátodo de la celda de combustible es aportada al aparato calefactor como agente oxidante, estando previsto un dispositivo para la regulación de la relación combustible-aire.

50 Conforme a las características de la reivindicación de procedimiento 2 dependiente, al aparato calefactor se le aporta, junto al gas de escape del cátodo, adicionalmente aire fresco. Conforme a las características de la reivindicación 3 dependiente, la cantidad del agente oxidante aportada al aparato calefactor se incrementa cuando la presión parcial de oxígeno en el gas de escape del aparato calefactor ha rebasado por debajo un valor

predeterminado o la porción de monóxido de carbono en el gas de escape ha rebasado por encima un valor predeterminado.

La reivindicación de dispositivo protege una combinación de un aparato calefactor con una instalación de celda de combustible, que es adecuada para llevar a cabo el procedimiento precedentemente descrito.

5 La invención se explica ahora con mayor detalle con ayuda de la figura.

La figura muestra una instalación de celda de combustible con un aparato calefactor 12 que se encuentran conjuntamente en una cámara de depresión 1. La instalación de celda de combustible dispone de una celda de combustible 8 que contiene un ánodo 24, un cátodo 25, un electrolito 26 situado entremedias, al igual que también un reformador 6. El reformador 6 dispone de una desulfuración del gas combustible no representada explícitamente, un convertidor de desplazamiento y una depuración fina del gas. Al reformador 6 se le aporta combustible a través de una tubería 11 de combustible. La tubería de salida del reformador 6 desemboca en el ánodo 24. El interior de la cámara de depresión 1 está unido a través de un ventilador 7 con el cátodo 25 de la celda de combustible 8, al igual que también con el reformador 6. El aparato calefactor 12 dispone de un quemador 22 al que se aporta, a través de un ventilador 16 y la tolva de aspiración de aire 13 un agente oxidante, al igual que también, a través de la tubería 14 de combustible y los tubo-accesorios para cañerías de gas 21. El ventilador 16 y los tubo-accesorios para cañerías de gas 21 están unidos con un sistema de control 30. Por encima del quemador 22 se encuentra un intercambiador de calor 23 al que se une una tubería 15 del gas de escape. En la tubería 15 del gas de escape se encuentra un sensor 29 del gas de escape que está unido con el sistema de control 30. La tubería 15 del gas de escape del aparato calefactor 12 desemboca en la tubería 5 del gas de escape de un tubo de gas de escape 4 coaxial. Alrededor de la tubería 5 del gas de escape del tubo de gas de escape 4 coaxial está dispuesta una tubería de aire fresco 2. Ésta conduce a un filtro de aire 3 que, de nuevo, desemboca a través de una tubería de aire fresco 9 en la cámara de depresión 1.

A través de una tubería 31 del gas de escape del ánodo, en la que se encuentra un post-quemador 32, el ánodo 24 de la celda de combustible 8 está unido con la tubería 5 del gas de escape del tubo de gas de escape coaxial. La tubería 15 del gas de escape del aparato calefactor 12 y la tubería 31 del gas de escape del ánodo desembocan en forma de T en la tubería 5 del gas de escape. Una tubería 17 de aire de escape del cátodo conduce desde el cátodo 25 de la celda de combustible 8 a una tubería de alimentación 18 que, por una parte, desemboca en la tubería 15 del gas de escape del aparato calefactor 12 y, por otra parte, en un órgano de bloqueo 19 que separa la tubería de alimentación 18 del espacio interior de la cámara de depresión 1. En la desembocadura de la tubería 18 en la tubería 15 del gas de escape se encuentra una chapaleta 20 de gas de escape.

Si en el caso de la celda de combustible se trata de una celda de combustible a baja temperatura PEM, entonces la oxidación tiene lugar en el lado del cátodo. Esto significa que el gas de escape del cátodo dispone de una elevada proporción de vapor de agua. Si en el caso de la celda de combustible se trata de una celda de combustible a alta temperatura SOFC, entonces la oxidación tiene lugar en el lado del ánodo. Esto tiene como consecuencia que el gas de escape del ánodo es húmedo, mientras que el gas de escape del cátodo, en el caso de aire, dispone de una proporción de nitrógeno incrementada y de una proporción de oxígeno reducida en comparación con el aire. El gas de escape del cátodo en el caso de celdas de combustible SOFC es, sin embargo, relativamente seco por norma general y se encuentra en un nivel de temperaturas relativamente elevado.

En el caso de un funcionamiento puro de la celda de combustible, el aire fresco accede a través de la tubería 2 de aire fresco y del filtro de aire 3, así como de la tubería 9 de aire fresco, a la cámara de depresión 1. Desde allí, el aire es transportado a través del ventilador 7, por una parte, al cátodo 25 y, por otra, al reformador 6. En el reformador 6, el combustible, que es aportado a través de la tubería 11 de combustible, es tratado con oxígeno del aire para formar un gas rico en hidrógeno y gases inertes (predominantemente dióxido de carbono, nitrógeno, vapor de agua). El gas rico en hidrógeno es aportado al ánodo 24. El oxígeno accede desde el cátodo 25, a través del electrolito 26, al ánodo 24. En este caso resulta un flujo de corriente eléctrica y calor. El dispositivo para la recepción de la energía eléctrica al igual que también térmica no está representado en la figura. El gas de escape del ánodo es transportado a través de la tubería 31 del gas de escape del ánodo hacia la tubería 5 del gas de escape. En el post-quemador 32 se queman con aire, preferiblemente de forma catalítica, los gases combustibles no quemados. El gas de escape del cátodo puede ser conducido a través de la tubería 17 del aire de escape del cátodo y de la tubería 18 a la tubería 5 del gas de escape o, a través del órgano de cierre 19, a la cámara de depresión 1. En el caso de un órgano de cierre 19 al menos parcialmente abierto, una corriente de aire de escape del cátodo 10 accede a la cámara de depresión 1. Esta corriente de aire de escape del cátodo 10 puede ser conducida como corriente 28 de nuevo al ventilador 7 y puede encontrar un uso renovado para la reacción de la celda de combustible. En este caso, se ha de tener en cuenta que la presión parcial de oxígeno disminuye constantemente, con lo cual es posible un determinado retorno del gas de escape del cátodo, pero para el funcionamiento continuo es necesaria aportación de aire fresco. El aire de escape del cátodo puede acceder, en el caso de una chapaleta 20 de gas de escape abierta, a la tubería 5 del gas de escape.

Como agente oxidante puede utilizarse, por consiguiente, por una parte, gas de escape del cátodo, por otra parte, aire fresco y, finalmente, una combinación de ambos.

5 En el caso de un funcionamiento puro del aparato calefactor, la chapaleta 20 de gas de escape se cierra, de modo que no puede acceder gas de escape a través de la tubería de alimentación 18 a la celda de combustible 8. Esto es, p. ej., necesario debido a que el gas de escape del aparato calefactor 12 dañaría la celda de combustible 8. De este modo, el gas natural, en calidad de agente odorizante, dispone de tetrahidrotiofeno que contiene azufre y que conduciría a un deterioro de la celda de combustible 8. En función del requerimiento de calor, el sistema de control 10 30 controla el ventilador 16 del aparato calefactor 12. En función del grado de apertura de los tubo-accesorios para cañerías de gas 21 se aporta al quemador 22 una cantidad mayor o menor de gas combustible, los gases de escape del quemador calientes se enfrían en el intercambiador de calor 23. Los gases de combustión enfriados acceden, a través de la tubería 15 del gas de escape, a la tubería 5 del gas de escape del tubo de gas de escape 4 coaxial. Por medio de un sensor de monóxido de carbono 29 en la tubería 15 del gas de escape, el aparato calefactor 12 puede ser ajustado a una relación combustible-aire óptima. Un procedimiento para una regulación de este tipo se describe, p. ej., en el documento DE 103 00 602 A1.

15 Si se hacen funcionar al mismo tiempo la instalación de celda de combustible y el aparato calefactor 12, entonces el órgano de cierre 19 es abierto al menos en parte, con lo cual accede una corriente del gas de escape 10 del cátodo a través de la vía de flujo 27 a la tolva de aspiración de aire 13 del aparato calefactor 12. Si se aporta mucho gas de escape del cátodo de la instalación de celda de combustible al aparato calefactor 12, entonces esto tiene como consecuencia que, en virtud de la presión parcial de oxígeno relativamente baja en el gas de escape del cátodo, el aparato calefactor 12 es hecho funcionar con un exceso de aire relativamente bajo. El número de revoluciones del ventilador 16 se eleva entonces con el fin de compensar esto. A través de la corriente en volumen superior, consistente en una mezcla a base de aire fresco y gas de escape del cátodo, se proporciona entonces al quemador 20 12 suficiente oxígeno.

25 Por una parte, existe la posibilidad de llevar a cabo un proceso de calibración conforme al documento DE 103 00 602 A1. Esto significa que la mezcla de combustible-aire es engrasada primeramente hasta que se pueda medir un valor de monóxido de carbono elevado. Este es un síntoma de una combustión post-estequiométrica ( $\lambda < 1,1$ ). Entonces se aumenta el número de revoluciones del ventilador 16 en una magnitud determinada, por ejemplo en un 25%.

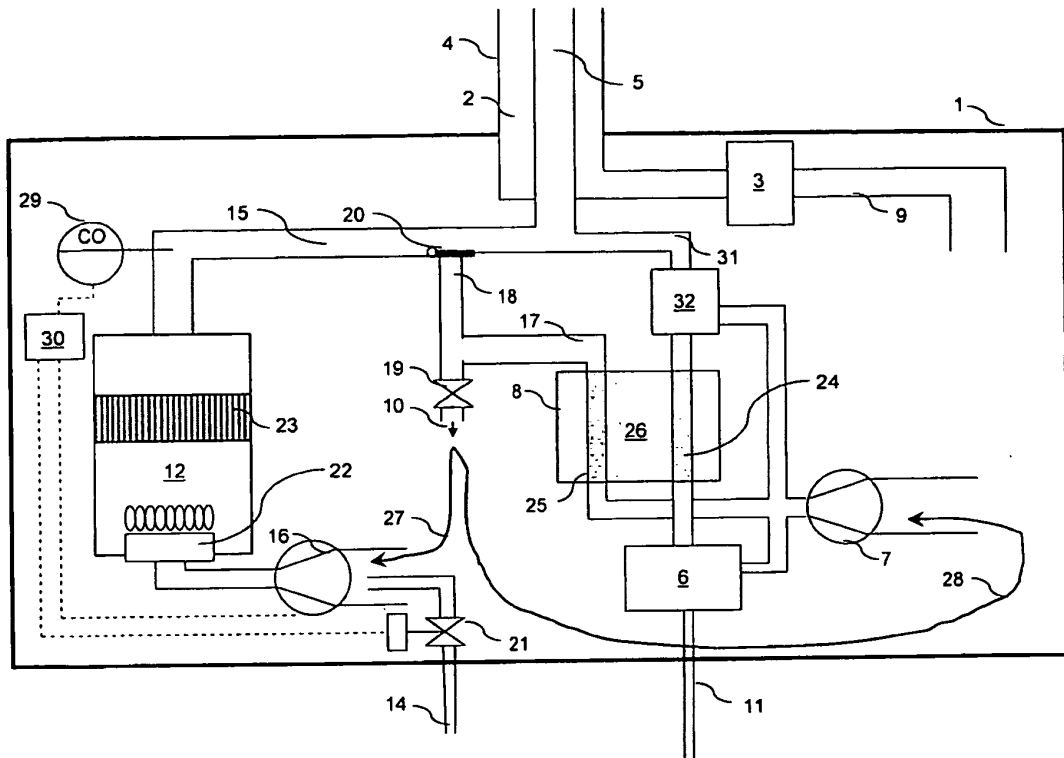
30 Por otra parte, se puede renunciar a una post-calibración siempre que con ayuda del sensor de CO 29 no se midan excesivas concentraciones de monóxido de carbono.

Alternativamente a la medición de la porción de monóxido de carbono, el exceso de aire se puede medir también con ayuda de una sonda lambda.

35 Dado que las celdas de combustible SOFC son hechas funcionar, por norma general, con un exceso de aire  $\lambda$  entre 3 y 5, el gas de escape del cátodo de células de combustible SOFC dispone de una proporción de oxígeno considerable, la cual puede ser aprovechada por consiguiente de manera eficiente.

**REIVINDICACIONES**

- 5 1. Procedimiento para hacer funcionar una combinación de un aparato calefactor (12) que dispone de un dispositivo (16, 21, 29, 30) para la regulación de la relación combustible-aire, con una instalación de celda de combustible, en donde la celda de combustible (8) dispone de un ánodo (24) y un cátodo (25), en donde el cátodo (25) de la celda de combustible (8) es conductor de oxígeno, preferiblemente conductor de aire, caracterizado por que el gas de escape del ánodo de la celda de combustible (8) es transportado a una tubería (5) de gas de escape, mientras que al menos una parte del gas de escape del cátodo de la celda de combustible (8) es aportada al aparato calefactor (12) y la cantidad del agente oxidante aportado al aparato calefactor (12) es regulada en función de la señal del dispositivo (16, 21, 29, 30) para la regulación de la relación combustible-aire.
- 10 2. Procedimiento para hacer funcionar una combinación de un aparato calefactor (12) con una instalación de celda de combustible según la reivindicación 1, caracterizado por que el aparato calefactor (12) recibe, junto al gas de escape del cátodo, aire fresco aportado.
- 15 3. Procedimiento para hacer funcionar una combinación de un aparato calefactor con una instalación de celda de combustible según la reivindicación 1 ó 2, caracterizado por que la cantidad del agente oxidante aportado al aparato calefactor se eleva cuando la presión parcial de oxígeno en el gas de escape del aparato calefactor ha rebasado por debajo un valor predeterminado o cuando la proporción de monóxido de carbono en el gas de escape del aparato calefactor ha rebasado por encima un valor predeterminado.
- 20 4. Combinación de una aparato calefactor (12) que dispone de un dispositivo (16, 21, 29, 30) para la regulación de la relación combustible-aire, con una instalación de celda de combustible en donde el cátodo (25) de la celda de combustible (8) es conductor de oxígeno, preferiblemente es conductor de aire, caracterizada por que una conducción de gas de escape del cátodo de la celda de combustible (8) desemboca de manera que el gas de escape del cátodo accede a un dispositivo para el transporte del agente oxidante del aparato calefactor (12), y el dispositivo (16, 21, 29, 30) para la regulación de la relación combustible-aire dispone de un sensor (29) del gas de escape, preferiblemente un sensor de monóxido de carbono u oxígeno, y por que el gas de escape del ánodo de la celda de combustible (8) es transportado a una tubería (5) del gas de escape.
- 25



Figura