

19



OFICINA ESPAÑOLA DE  
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 396 619**

51 Int. Cl.:

**H01M 8/06** (2006.01)

**F23G 7/07** (2006.01)

**H01M 8/04** (2006.01)

12

## TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **03.07.2010** **E 10006898 (0)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **07.11.2012** **EP 2284938**

54 Título: **Postquemador para aparatos calefactores con pila de combustible basados en gas natural**

30 Prioridad:

**13.07.2009 AT 10942009**

45 Fecha de publicación y mención en BOPI de la traducción de la patente:  
**22.02.2013**

73 Titular/es:

**VAILLANT GMBH (100.0%)**  
**Berghauser Strasse 40**  
**42859 Remscheid, DE**

72 Inventor/es:

**BADENHOP, THOMAS**

74 Agente/Representante:

**CARPINTERO LÓPEZ, Mario**

ES 2 396 619 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

Postquemador para aparatos calefactores con pila de combustible basados en gas natural

La invención se refiere a un postquemador para aparatos calefactores con pila de combustible basados en gas natural para el abastecimiento de energía doméstica.

5 En instalaciones de cogeneración de energía eléctrica y térmica, el calor residual originado durante la producción de electricidad se aprovecha para abastecer de energía térmica a otros consumidores. En las microinstalaciones de cogeneración de energía eléctrica y térmica frecuentemente se aprovecha el calor residual para abastecer de calor a edificios. Como productores de electricidad entran en consideración diversos convertidores de energía capaces de convertir un combustible en corriente y calor, como por ejemplo motores y turbinas de gas, así como pilas de combustible.

10 Todas las pilas de combustible técnicas necesitan hidrógeno como combustible, diferenciándose los distintos tipos de pilas de combustible, entre otras cosas, por sus requisitos en cuanto a la calidad y la pureza del hidrógeno. Todas las pilas de combustible tienen en común que se tienen que hacer funcionar con un exceso de hidrógeno para evitar la disminución de la tensión en los bornes. Sin embargo, esto significa que en la salida de ánodo de la pila de combustible está presente un llamado gas residual de pila de combustible o un llamado gas residual de ánodo que aún contiene hidrógeno y, dado el caso, otras partes combustibles. Por razones de eficiencia y de inmisión, estas partes combustibles han de extraerse al gas residual del ánodo.

15 Para mantener reducido el exceso de hidrógeno en el ánodo ha de realizarse la postcombustión de un llamado gas pobre que contiene sólo pequeñas partes combustibles. En dichos gases pobres, los gases combustibles (por ejemplo, metano u otros hidrocarburos gaseiformes, hidrógeno y/o monóxido de carbono) están diluidos con componentes no combustibles como por ejemplo nitrógeno (del aire), vapor de agua o dióxido de carbono. En algunas aplicaciones, puede resultar ventajoso someter el gas residual del ánodo a combustión junto al aire residual del cátodo.

20 Un exceso de oxígeno ha de ajustarse en el lado del cátodo para mantener la presión parcial de oxígeno y evitar la disminución de la tensión en los bornes. Por lo tanto, el aire residual del cátodo debería contener suficiente oxígeno para que pueda producirse una oxidación completa del gas residual del ánodo.

25 Incluso si el aire residual del cátodo no se aproveche para la oxidación durante la postcombustión, usando en su lugar oxígeno atmosférico como aire de combustión, se produce una dilución adicional del gas residual del ánodo por la parte de nitrógeno atmosférico.

30 Frecuentemente, los gases pobres ya no pueden quemarse homogéneamente de forma estable, porque su actividad ya no es suficiente para una combustión homogénea. Por lo tanto, para una postcombustión estable y segura pueden añadirse al gas pobre partes combustibles adicionales para incrementar la actividad. También mediante el uso de catalizadores y un precalentamiento del gas residual del ánodo y del aire de combustión se consigue una realización más estable de la postcombustión.

35 Dado que el gas natural se compone en gran parte de metano, incluso después del procedimiento de reformación quedan pequeñas partes. En muchos tipos de pilas de combustible, estas partes residuales de metano no se siguen convirtiendo. Por tanto, las partes residuales de metano pasan por el ánodo, sin degradarse por la reacción en la pila de combustible. Estas trazas de metano estarán presentes detrás del ánodo y tendrán que convertirse en el postquemador.

40 La invención tiene el objetivo de proporcionar un postquemador para sistemas con pilas de combustible, que permita optimizar la postcombustión del gas residual de la pila de combustible y las trazas de metano y de hidrocarburos contenidas en éste, de tal forma que al ambiente no se emitan o se emitan sólo partes combustibles sensiblemente reducidas.

45 Además, la disposición debe permitir un arranque rápido y fiable del postquemador, ya que, especialmente durante el régimen de arranque del reformador, éste presenta una conversión de metano que aún no corresponde a la situación de equilibrio, por lo que en el postquemador han de convertirse mayores cantidades de metano o de hidrocarburos.

50 Según la invención, esto se consigue según las características de la reivindicación 1 con un postquemador de un sistema de pila de combustible para la postcombustión de gas residual de pila de combustible con la ayuda de un catalizador de postquemador, estando constituido el catalizador de postquemador por dos etapas de catalizador de postquemador que están dispuestas corriente hacia abajo del suministro del gas residual de la pila de combustible y que sirven para la conversión gradual del gas residual de la pila de combustible.

Algunas configuraciones ventajosas resultan de las características de las reivindicaciones subordinadas. Mediante el postquemador de dos etapas según la invención es posible una reducción fiable de las emisiones por debajo de los valores límite exigidos para sistemas de pilas de combustible. El calentamiento de las etapas del catalizador del postquemador se realiza de forma homogénea.

- 5 La postcombustión catalítica por el postquemador de dos etapas según la invención permite una estructura y un funcionamiento sencillos del sistema de pila de combustible. Además, el postquemador es de bajo mantenimiento y tiene un elevado grado de acción. Asimismo, es posible el uso de catalizadores de postquemador selectivos.

A continuación, la invención se describe en detalle con la ayuda de las figuras. Muestran:

- 10 La figura 1, una representación gráfica de la dependencia entre la temperatura del postquemador y la conversión de metano y

la figura 2, una disposición del postquemador según la invención.

La figura 1 muestra que la combustión catalítica de metano depende de la temperatura y que la conversión de metano en el postquemador catalítico de un sistema de pila de combustible aumenta con la temperatura de servicio. La combustión catalítica de metano se realiza notablemente mejor a temperaturas superiores a 650°C.

- 15 Para la conversión de metano, normalmente se requieren temperaturas de 450°C a 750°C. Una conversión de metano superior al 80% en catalizadores de platino en el postquemador catalítico se consigue a una temperatura del postquemador superior a 600°C.

- 20 Un quemador catalítico de gas residual de este tipo se conoce por ejemplo por el documento DE102005062926. En éste, el metano se convierte en un intervalo de temperatura de servicio de 500°C a 700°C. Como está representado en la figura 2, el postquemador 9 catalítico según la invención comprende, para la postcombustión del gas residual de la pila de combustible, con la ayuda de un catalizador de postquemador, dos etapas de catalizador de postquemador 8, 12. Las etapas de catalizador de postquemador 8, 12 están dispuestas corriente hacia abajo del suministro del gas residual de la pila de combustible, de tal forma que la conversión del gas residual de la pila de combustible se realiza gradualmente.

- 25 La primera etapa de catalizador 12 está prevista para la conversión de hidrógeno y de monóxido de carbono y la etapa de catalizador 8 postconectada está prevista para la conversión de metano y de hidrocarburos superiores. Por el calor de reacción liberado durante la postcombustión de hidrógeno y monóxido de carbono se calienta la corriente de gas. Una parte de este calor puede aprovecharse para el precalentamiento del gas residual del ánodo y/o para el precalentamiento del oxidante, por ejemplo del aire residual del cátodo o del aire del postquemador. Otra parte sirve para el precalentamiento de la segunda etapa de catalizador 8.

- 30 En la segunda etapa se emplea un catalizador 8 optimizado para la postcombustión de metano y de hidrocarburos superiores que presenta una temperatura de ignición similar a la del catalizador para la oxidación de hidrógeno y de monóxido de carbono.

- 35 Para un calentamiento más rápido, antes del postquemador 9 puede estar dispuesto un quemador de arranque 1 que durante el régimen de arranque suministre calor también al sistema restante de la pila de combustible. El quemador de arranque 1 puede estar realizado como quemador de difusión, quemador parcialmente premezclador, quemador totalmente premezclador o quemador de poros y es alimentado de gas natural y de aire de combustión a través de conductos 14, 15.

- 40 Durante el régimen de arranque del sistema de pila de combustible se enciende el quemador de arranque 1 y el metano o el gas natural desulfurado se oxida con oxígeno atmosférico. Sus gases residuales calientan ahora el postquemador 9 catalítico a una temperatura superior a 700°C. A los gases residuales calentados del postquemador 9 catalítico se añade aire a través de un conducto de suministro de aire 4, para que la temperatura de los gases residuales no exceda de una temperatura admisible para los gases residuales y no dañe las etapas de catalizador 12, 8 dispuestas corriente hacia abajo. Una temperatura límite habitual para catalizadores de postquemador que contienen metales nobles se sitúa entre 800°C y 1.000°C. La corriente de aire 4 que ha de añadirse se regula de tal forma que en la fase de calentamiento, la temperatura en un punto de mezcla 11 del postquemador 12 no exceda de una temperatura de 750°C. Por otra parte, de esta forma se puede evitar el reflujo a la vía de aire del sistema de pila de combustible. En este caso no es imprescindible prever un seguro contra el reflujo 13. Un seguro contra el reflujo 6 previsto es necesario en cualquier caso para evitar la entrada de gases residuales del quemador de arranque a la vía del ánodo del sistema de pila de combustible.

- 50 Una vez que el gas hidrogenado se ha calentado con los gases residuales a la temperatura de servicio necesaria para una reacción limpia y completa en el postquemador 9 catalítico, se apaga el quemador de arranque 1. El gas hidrogenado del ánodo o de un reformador se somete a una combustión catalítica. Durante ésta, el gas rico en

hidrógeno se suministra, a través del conducto 5, a la unidad de postquemador 9 y se precalienta en un transferidor de calor 2. La unidad de postquemador 9 se abastece de aire a través de otro conducto 4 y se precalienta en un transferidor de calor 3.

5 Corriente hacia abajo de un conducto de gas residual 7 también pueden estar dispuestos transferidores de calor que transfieran el calor del gas residual al sistema de pila de combustible y/o al sistema de calefacción del edificio.

La primera etapa de catalizador de postquemador 12 está optimizada para la postcombustión catalítica de hidrógeno y de monóxido de carbono. Como componentes activos contiene preferentemente elementos que contienen metales nobles, o tierras raras. Como catalizador, preferentemente puede emplearse un catalizador de platino, un catalizador de platino-paladio, un catalizador de platino-paladio-rodio, un catalizador de platino-rutenio,  
10 un catalizador de platino-paladio-rutenio o un catalizador de platino-paladio-lantano.

Estos catalizadores pueden contener partes de mangano, cobalto, hierro, níquel, cobre o cromo y se caracterizan por una resistencia especial al calor. Por lo tanto, estos catalizadores resultan especialmente apropiados, porque en la disposición según la invención, a temperaturas más elevadas, la postcombustión de hidrocarburos conduce a un aumento de conversión de los mismos, como se muestra en la figura 1.

15 La segunda etapa de catalizador de postquemador 8 para la postcombustión catalítica de hidrocarburos, por ejemplo metano, puede ser un catalizador de hexaaluminato alcalinotérreo, un catalizador de hexaaluminato sustituido con mangano, un catalizador de rodio-perovskita o un catalizador de aluminio-borato-paladio.

Los catalizadores que contienen titanio no resultan adecuados para la postcombustión a causa de las altas temperaturas (superiores a 600°C). No obstante, estos grupos de catalizadores son una alternativa interesante  
20 cuando metano y otros hidrocarburos superiores han de someterse a postcombustión a temperaturas de 400°C a 550°C.

La disposición según la invención también puede usarse para la postcombustión catalítica a temperaturas más bajas del postquemador. En este caso, se suprime el precalentamiento del catalizador mediante gases residuales de un quemador de arranque. El gas sometido a postcombustión que sale del postquemador se calienta  
25 eléctricamente, de tal forma que en la corriente de gas, corriente hacia arriba, están dispuestas hélices calentadoras, o bien, los catalizadores del postquemador están dispuestos sobre material electroconductor.

Para que el catalizador alcance la temperatura de servicio deseada, se aplica sobre un soporte de catalizador electroconductor, por ejemplo, un acero ferrítico. Este acero inoxidable especial puede usarse hasta 900°C y se caracteriza por una conductividad térmica y eléctrica especialmente buena. El catalizador de postquemador se  
30 aplica sobre un material de este tipo. De capa adherente entre el catalizador y el soporte metálico puede servir un hexaaluminato que se aplica mediante un proceso sol-gel. Para calentar el catalizador a la temperatura de servicio se aplica una corriente eléctrica en el soporte de catalizador. Por el calor Joule liberado se calienta el soporte de catalizador y, por tanto, también el catalizador.

En esta disposición resulta ventajoso que el catalizador se calienta de forma homogénea a la temperatura de servicio. Esto favorece la reacción catalítica en la superficie del catalizador. También durante el servicio, el  
35 componente activo puede seguir calentándose eléctricamente a través del soporte de catalizador en caso de un inminente enfriamiento del catalizador en el intervalo de carga parcial.

Mediante el postquemador según la invención es posible una reducción fiable de las emisiones por debajo de los valores límite exigidos para sistemas de pilas de combustible. El postquemador de dos etapas se compone, en una  
40 primera etapa, de un catalizador que tiene una actividad especialmente alta en cuanto al hidrógeno y al monóxido de carbono. Pueden emplearse especialmente catalizadores que contienen metales nobles, como por ejemplo sistemas de platino-paladio. La segunda etapa está optimizada para la postcombustión catalítica de metano y de hidrocarburos superiores y también se hace funcionar a temperaturas más elevadas que la primera etapa, ya que ésta es calentada por los gases residuales de la primera etapa. Para esta etapa resultan adecuados como  
45 catalizadores especialmente los hexaaluminatos alcalinotérreos.

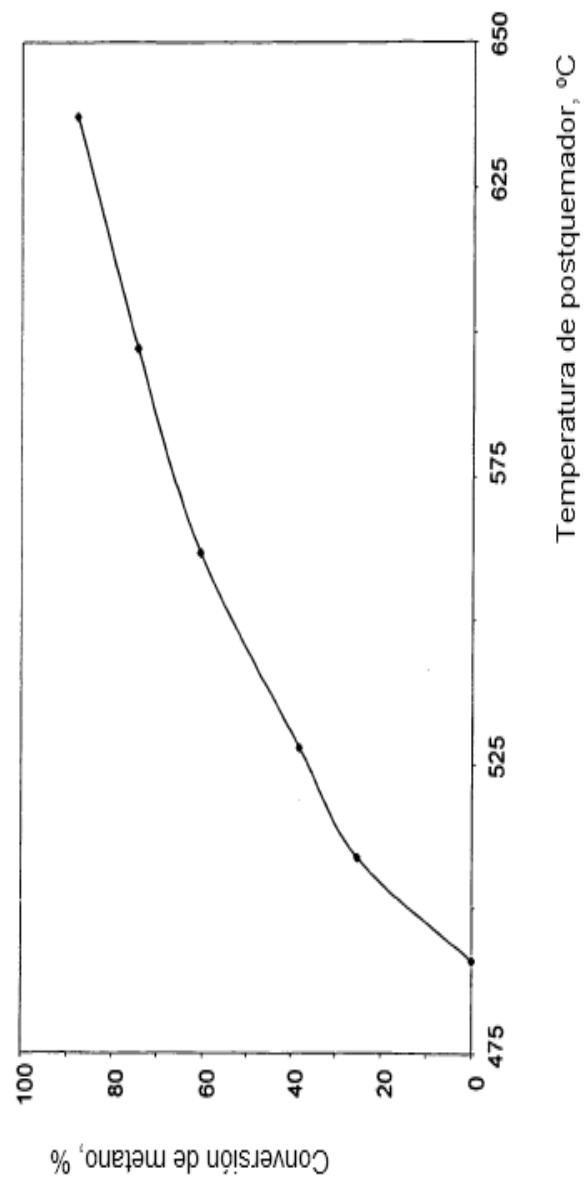
Las etapas de catalizador del postquemador o bien pueden ponerse a la temperatura de servicio mediante los gases residuales de un quemador de arranque dispuesto corriente hacia arriba, o bien pueden calentarse eléctricamente si por el soporte de catalizador circula corriente de manera que éste sirva de calefacción por resistencia eléctrica para calentar el catalizador.

50

# REIVINDICACIONES

- 5 1.- Postquemador (9) de un sistema de pila de combustible para la postcombustión de gas residual de la pila de combustible con la ayuda de un catalizador de postquemador, **en el que** el catalizador de postquemador está constituido por dos etapas de catalizador de postquemador (12, 8) que están dispuestas corriente hacia abajo del suministro del gas residual de la pila de combustible y que sirven para la conversión gradual del gas residual de la pila de combustible, **caracterizado porque** la primera etapa de catalizador de postquemador (12) sirve para la conversión de hidrógeno y monóxido de carbono y la segunda etapa de catalizador de postquemador (8) sirve para la conversión de hidrocarburos del gas residual de la pila de combustible.
- 10 2.- Postquemador (9) según la reivindicación 1, **caracterizado porque** las etapas de catalizador de postquemador (12, 8) se calientan por los gases residuales de un quemador de arranque (1) dispuesto corriente hacia arriba, o bien, eléctricamente.
- 3.- Postquemador (9) según la reivindicación 1 ó 2, **caracterizado porque** las etapas de catalizador de postquemador (12, 8) se aplican sobre soportes de catalizador electroconductivos.
- 15 4.- Postquemador (9) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la etapa de catalizador de postquemador (12) para la postcombustión de hidrógeno y monóxido de carbono está configurada como catalizador de platino, catalizador de platino-paladio, catalizador de platino-paladio-rodio, catalizador de platino-rutenio, catalizador de platino-paladio-rutenio o catalizador de platino-paladio-lantano.
- 20 5.- Postquemador (9) según una de las reivindicaciones anteriores, **caracterizado porque** la etapa de catalizador de postquemador (8) para la postcombustión de hidrocarburos está configurada como catalizador de hexaaluminato alcalinotérreo, catalizador de hexaaluminato sustituido con mangano, catalizador de rodio-perovskita o catalizador de aluminio-borato-paladio.

Fig. 1



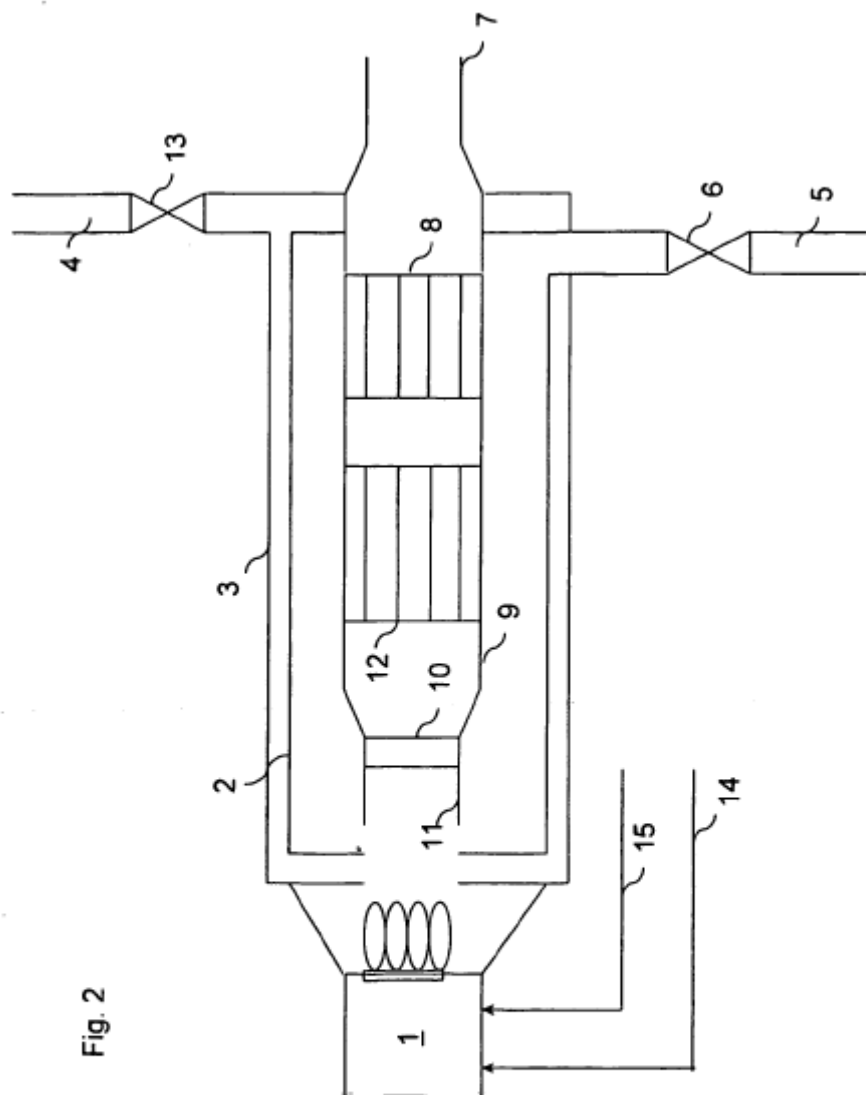


Fig. 2