



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 356 924**

51 Int. Cl.:
F23D 11/40 (2006.01)
F23D 14/70 (2006.01)
F23R 3/28 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **06016932 .3**
96 Fecha de presentación : **14.08.2006**
97 Número de publicación de la solicitud: **1892472**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **27.02.2008**

54 Título: **Sistemas de combustión, en especial para una turbina de gas.**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
14.04.2011

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
14.04.2011

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

72 Inventor/es: **Krebs, Werner**

74 Agente: **Carvajal y Urquijo, Isabel**

ES 2 356 924 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

Sistema de combustión, en especial para una turbina de gas

La presente invención se refiere a un sistema de combustión, en especial a un sistema de combustión para una turbina de gas con una cámara de combustión y al menos un tubo de tobera, que desemboca con una abertura de salida de tobera en la cámara de combustión.

Últimamente se tienen en cuenta las llamadas llamas de chorro (jet flames) como alternativa a las llamas de torsión (swirl flames) en sistema de combustión para instalaciones de turbina de gas. En las llamas de chorro se introduce en la cámara de combustión un líquido combustible o una mezcla entre líquido combustible y aire mediante un tubo de tobera como chorro. Las llamas de chorro hacen posible emisiones de óxido azoico (emisiones de NO_x), que son tan reducidas como en las llamas de torsión premezcladas, mientras que al mismo tiempo hacen posible la distribución de la liberación de calor en la cámara de combustión dentro de un margen mayor, en comparación con las llamas de torsión premezcladas. Como consecuencia de

la liberación de calor dentro de un margen mayor, las llamas de chorro ofrecen un potencial para la reducción de oscilaciones inducidas termoacústicamente. Asimismo las llamas de chorro hacen posible la combustión de líquidos de combustión muy diferentes, lo que asegura una elevada flexibilidad del sistema de combustión. Una alta flexibilidad es uno de los objetivos principales de los sistemas de combustión modernos.

La estabilización de una llama de chorro sigue siendo asimismo una tarea no solucionada por completo. Hasta ahora las llamas de chorro se estabilizan principalmente mediante el arrastre de gases de reacción calientes desde una zona de recirculación exterior de la cámara de combustión. El arrastre de los gases de reacción calientes se ha mejorado hasta ahora por medio de que se ha aumentado la velocidad del chorro y se ha ajustado la geometría de la disposición de combustión de forma adecuada. El ajuste de la geometría se realiza normalmente mediante el establecimiento de una relación especial entre el diámetro de la cámara de combustión y el diámetro de la abertura de tobera, que desemboca en la cámara de combustión, del tubo de tobera. Una solución técnica, que conduce a la estabilización de llama y a la reducción de ruidos, se conoce del documento DE 93102547 U. Sin embargo, la estabilidad de llama puede ser todavía insatisfactoria a pesar de todo, en especial en cuanto a diferentes puntos de funcionamiento de instalaciones de turbina de gas o en el caso de utilizarse combustibles con elevado contenido de hidrógeno, que conducen a una alta velocidad de combustión.

Frente a esto, una tarea de la presente invención consiste en poner a disposición un quemador ventajoso para llamas de chorro.

Esta tarea es resuelta mediante un quemador según la reivindicación 1. Las reivindicaciones subordinadas contienen configuraciones ventajosas de la invención.

Un quemador conforme a la invención, que puede estar configurado en especial como quemador para una turbina de gas, comprende al menos un tubo de tobera así como un conducto de alimentación de líquido combustible unido al tubo de tobera para alimentar un líquido combustible al tubo de tobera y, dado el caso, adicionalmente un conducto de alimentación de aire unido al tubo de tobera para alimentar aire de combustión al tubo de tobera. El tubo de tobera presenta una abertura de salida de tobera y está configurado para inyectar un chorro de líquido combustible o de una mezcla entre aire y líquido combustible en una cámara de combustión. El tubo de tobera presenta en la región de la abertura de salida de tobera elementos que sobresalen hacia el centro de la abertura. Los elementos que sobresalen hacia el centro de la abertura conducen de este modo, en el chorro que sale, a un aumento de las fluctuaciones turbulentas en la región de la superficie límite entre el chorro y los gases de escape de combustión recirculados, lo que a su vez refuerza el arrastre de los gases de escape de combustión. Como consecuencia de ello aumenta la estabilidad de la llama. Los elementos sobresalientes están formados por un segmento de tubo de tobera, que llega hasta la abertura de salida de tobera, con superficie periférica interior ondulada. Esto conduce a un aumento de la superficie del chorro que sale de la abertura de tobera. Debido a que el número de las fluctuaciones turbulentas depende del tamaño de la superficie límite entre el chorro y los gases de reacción calientes, es decir de los gases de combustión en la zona de recirculación, en esta materialización la intensificación de la formación de remolinos debe achacarse fundamentalmente a la superficie de chorro aumentada.

La superficie periférica interior ondulada sobre la abertura de salida de tobera está configurada de tal modo, que presenta un desvío máximo A alrededor de un radio de abertura central R de la abertura de salida de tobera, y la relación entre el desvío y el radio de abertura central viene dado por la relación

$$0,03 < A/R < 0,2.$$

La superficie periférica interior ondulada puede presentar en especial la forma de una onda senoidal que se extiende sobre el perímetro de la abertura de salida de tobera. Sin embargo, también son posibles otras formas onduladas en el sentido más amplio, como por ejemplo formas en diente de sierra.

5 En un perfeccionamiento del quemador con la superficie periférica interior ondulada, el tubo de tobera presenta un segmento de tubo de tobera alejado de la abertura de tobera y un segmento de transición. El segmento de transición representa una transición entre el segmento de tubo de tobera con sección transversal de abertura redonda y el segmento de tubo de tobera con la superficie periférica interior ondulada. La amplitud máxima de la superficie periférica interior ondulada se consigue directamente sobre la abertura de salida de tobera. La relación entre la longitud L_T de la región de transición y la amplitud máxima A viene dada por la relación

10 $1 < L_T / 2A < 5.$

En la relación dada por la relación entre la longitud de la región de transición y la amplitud máxima puede conseguirse unos resultados especialmente ventajosos para la estabilidad de llama.

Además de esto, conforme a la invención se pone a disposición un sistema de combustión con una cámara de combustión y un quemador conforme a la invención. El quemador comprende al menos un tubo de tobera así como así como un conducto de alimentación de líquido combustible unido al tubo de tobera para alimentar un líquido combustible al tubo de tobera y, dado el caso, adicionalmente un conducto de alimentación de aire unido al tubo de tobera para alimentar aire de combustión al tubo de tobera. El tubo de tobera presenta una abertura de salida de tobera que desemboca en la cámara de combustión y está configurado para inyectar un chorro de líquido combustible o de una mezcla entre aire y líquido combustible en la cámara de combustión. En el sistema de combustión conforme a la invención sobresale el tubo de tobera en la cámara de combustión. En especial el tubo de tobera puede presentar un diámetro de abertura D y sobresalir en una longitud L en la cámara de combustión, en donde la relación entre la longitud L y el diámetro de abertura D viene dada por la relación

0,3 < L/D < 3.

25 El resalte del tubo de tobera en la cámara de combustión aumenta el efecto que ejerce el arrastre de gases de escape de combustión calientes de la zona de recirculación sobre el chorro, porque la abertura de salida de tobera está acercada más a la zona de recirculación o incluso está implantada en la misma.

30 El tubo de tobera que sobresale en la cámara de combustión puede estar equipado, en especial en la región de la abertura de salida de tobera, con elementos que sobresalgan hacia el centro de la abertura, como se ha descrito con relación al quemador conforme a la invención. En otras palabras, el quemador es un quemador conforme a la invención.

Se deducen particularidades, características y ventajas adicionales de la presente invención de la siguiente invención de ejemplos de ejecución, haciendo referencia a las figuras adjuntas.

La figura 1 muestra un sistema de combustión conforme a la invención con un quemador y una cámara de combustión, en una vista lateral cortada esquematizada.

35 La figura 2 muestra una vista en planta sobre una abertura de salida de tobera del quemador de la figura 1.

La figura 3 muestra un segundo ejemplo de ejecución para un sistema de combustión conforme a la invención, con un quemador y una cámara de combustión en una vista lateral cortada esquematizada.

40 Un ejemplo de ejecución para un sistema de combustión conforme a la invención se muestra en una representación muy esquematizada en la figura 1. La figura representa un corte a través del eje longitudinal del sistema de combustión y muestra un quemador 1 y una cámara de combustión 3.

45 El quemador está configurado para generar una llama de chorro (jet flame) 5. Comprende un tubo de tobera 7, que en el presente ejemplo de ejecución está unido a un conducto de alimentación de combustible 9 y a un conducto de alimentación de aire 11. El líquido combustible alimentado a través del conducto de alimentación de combustible, por ejemplo gas (como gas natural) o aceite (como aceite combustible), se mezcla en un mezclador 13 y se alimenta al tubo de tobera 7. A través de una abertura de salida de tobera 15 se inyecta la mezcla premezclada de aire/combustible en la cámara de combustión 3, para formar la llama de chorro 5. Normalmente el diámetro de la abertura de salida de tobera está en una relación de $1 < W/D < 4$ con la dimensión de la abertura de cámara de combustión W .

50 En la región exterior de la cámara de combustión 3 se forma, en el caso de la llama de chorro 5 presente, una zona de recirculación 6 en la que fluyen hacia atrás gases de escape de combustión, en la región exterior radial de la

5 cámara de combustión 3, en dirección al quemador 7 y, en la región de la cámara de combustión 3 situada corriente arriba en su dirección de movimiento, se desvían en dirección a la región interior radial de la cámara de combustión. Entre el gas de escape recirculado 17 y la superficie periférica de la mezcla de aire/combustible en la llama de chorro 5 se producen fuerzas de cizallamiento, que arrastran el gas de escape recirculado 17 en la dirección de corriente F de la mezcla de aire/combustible. A causa de este efecto de arrastre se estabiliza la llama de chorro 5 en la cámara de combustión 3. Del efecto de arrastre son responsables en primer lugar fluctuaciones turbulentas en la superficie periférica de la llama de chorro 5.

10 El tubo de tobera 7 del quemador 1 presenta en la región de la abertura de salida de tobera 15 una pared de tubo ondulada 19. En el presente ejemplo de ejecución la ondulación está materializada por medio de que la pared de tubo 19 presenta la forma de una onda senoidal situada de forma oscilante alrededor de un radio de tubo central R con una amplitud A. Sin embargo, la ondulación puede estar también materializada practicándose un contorno senoidal en la dirección periférica del tubo de tobera en su pared interior. No es imprescindible sin embargo que la ondulación presente una forma senoidal. Son posibles otras formas, como por ejemplo formas en diente de sierra.

15 La amplitud A de la ondulación presenta sobre la abertura de salida de tobera 15 su valor máximo. Se reduce hacia segmentos de tubo situados corriente arriba, hasta que finalmente se alcanza un segmento de tubo 21 en el que el tubo presenta una sección transversal circular. La región de transición, en la que la amplitud se reduce desde su valor máximo A hasta cero, posee en la dirección axial del tubo de tobera 7 una longitud L_T . La relación entre la longitud L_T de la región de transición y la amplitud máxima viene dada por la relación

$$1 < L_T / 2A < 5.$$

20 A causa de la ondulación del tubo de tobera 7 en la región de la abertura de salida de tobera 15 del chorro que sale de la abertura de salida de tobera 15, la superficie del chorro formado por una mezcla de aire/combustible que sale de la abertura de salida de tobera 15 está agrandada en comparación con un chorro formado por una mezcla de aire/combustible que sale de una abertura de salida de tobera con sección transversal redonda y el radio R. El agrandamiento de la superficie del chorro conduce a más fluctuaciones turbulentas y de este modo a una intensificación del efecto de arrastre descrito. El efecto de arrastre puede intensificarse de forma especialmente ventajosa si la relación entre el desvío A de la ondulación y el radio central R de la abertura de salida de tobera viene dada por la relación

$$0,03 < A / R < 0,2.$$

30 En este punto debe tenerse en cuenta que la figura 2 sólo representa la forma de la ondulación a modo de ejemplo y esquemáticamente. El número de crestas y valles de onda puede ser en especial también menor o mayor que como se ha representado en la figura 2.

En la figura 3 se ha representado otro ejemplo de ejecución para el sistema de combustión conforme a la invención. La figura 3 representa el sistema de combustión en un corte a lo largo de su eje longitudinal y muestra con ello un quemador 201 y una cámara de combustión 203.

35 El quemador comprende un tubo de tobera 207, un conducto de alimentación de combustible 209 y un conducto de alimentación de aire 211 así como un mezclador 213, que está preconectado al tubo de tobera 207 y en el que desembocan el conducto de alimentación de combustible 209 y el conducto de alimentación de aire 211. A diferencia del quemador en el primer ejemplo de ejecución del sistema de combustión conforme a la invención, el tubo de tobera 207 no presenta ni una ondulación ni aletas delta en la región de su abertura de salida de tobera 215. Sin embargo, en este punto debe citarse que el quemador también puede estar equipado en el segundo ejemplo de ejecución del sistema de combustión con una ondulación o con aletas delta en la región de su abertura de salida de tobera 215.

40 A diferencia del sistema de combustión representado en la figura 1, el tubo de tobera 207 penetra en el sistema de combustión representado en la figura 5, en un tramo L, dentro de la cámara de combustión 203. El tramo L, en el que penetra el tubo de tobera 207 dentro de la cámara de combustión 203, está de forma preferida en una relación con el diámetro de abertura D de la abertura de salida de tobera, que viene dada por

$$0,3 < L / D < 3.$$

45 A causa de la penetración en la cámara de combustión 203 puede acercarse más la abertura de salida de tobera 215 a la zona de recirculación en la cámara de combustión, de tal modo que ya cerca de la salida del chorro 205 desde la abertura de salida de tobera 215 actúe el efecto de arrastre. El efecto de arrastre puede estabilizar por ello la llama de chorro 205, en la mayor medida posible, en toda su longitud.

5 Con ayuda de la invención aumenta el efecto de arrastre para los gases calientes en la zona de recirculación exterior. Además de esto, las fluctuaciones turbulentas aumentadas garantizan una combustión uniforme con bajas amplitudes acústicas, de tal modo que se reduce la aparición de oscilaciones de combustión. Puede provocarse una optimización de la estabilidad de la llama de chorro mediante la combinación del quemador representado en las figuras 1 y 2 con el sistema de combustión representado en la figura 3.

REIVINDICACIONES

1. Quemador (1, 101), en especial para una turbina de gas, con al menos un tubo de tobera (7, 107) así como un conducto de alimentación de líquido combustible (9) unido al tubo de tobera (7, 107) para alimentar un líquido combustible al tubo de tobera (7, 107), en donde el tubo de tobera (7, 107) presenta una abertura de salida de tobera (15, 115) y está configurado para inyectar un chorro (5) de líquido combustible o de una mezcla entre aire y líquido combustible en una cámara de combustión (3), en donde el tubo de tobera (7, 107) presenta en la región de la abertura de salida de tobera (15, 115) elementos que sobresalen hacia el centro de la abertura, en donde los elementos que sobresalen están formados por un segmento de tubo de tobera que llega hasta la abertura de salida de tobera (15) con superficie periférica interior ondulada (19), caracterizado porque la superficie periférica interior ondulada (19) sobre la abertura de salida de tobera (15) presenta un desvío máximo A alrededor de un radio de abertura central R de la abertura de salida de tobera (15), y la relación entre el desvío y el radio de abertura central viene dado por la relación

$$0,03 < A/R < 0,2.$$

2. Quemador (1) según la reivindicación 1, caracterizado porque la superficie periférica interior ondulada (19) presenta la forma de una onda senoidal.

3. Quemador (1) según la reivindicación 1, caracterizado porque la superficie periférica interior ondulada (19) presenta forma de diente de sierra.

4. Quemador (1) según una de las reivindicaciones 1 a 3, caracterizado porque el tubo de tobera (7) presenta un segmento de tubo de tobera (21) alejado de la abertura de tobera (15), con una sección transversal de abertura redonda, y un segmento de transición entre el segmento de tubo de tobera (21) con la sección transversal de abertura redonda y el segmento de tubo de tobera con la superficie periférica interior ondulada (19), en donde la amplitud máxima A de la superficie periférica interior ondulada (19) se consigue sobre la abertura de salida de tobera (15) y la relación entre la longitud L_T de la región de transición y la amplitud máxima A viene dada por la relación

$$1 < L_T / 2A < 5.$$

5. Sistema de combustión, en especial para una turbina de gas, con una cámara de combustión (203) y con un quemador según una de las reivindicaciones anteriores, caracterizado porque el tubo de tobera (207) sobresale en la cámara de combustión.

6.- Sistema de combustión según la reivindicación 5, caracterizado porque el tubo de tobera (207) presenta un diámetro de abertura D y sobresale en una longitud L en la cámara de combustión (203), en donde la relación entre la longitud L y el diámetro de abertura D viene dada por la relación

$$0,3 < L/D < 3.$$

FIG 1

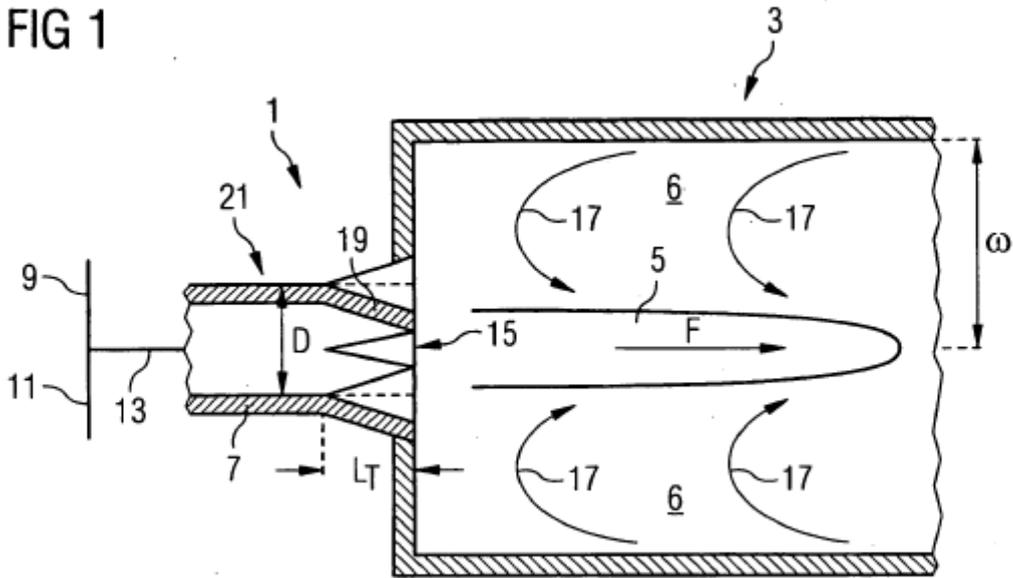


FIG 2

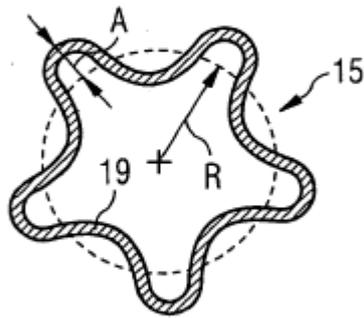


FIG 3

