



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 347 732**

51 Int. Cl.:

F23C 9/00 (2006.01)

F23R 3/28 (2006.01)

F23R 3/50 (2006.01)

F23R 3/34 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **08708172 .5**

96 Fecha de presentación : **24.01.2008**

97 Número de publicación de la solicitud: **2115353**

97 Fecha de publicación de la solicitud: **11.11.2009**

54 Título: **Cámara de combustión para una turbina de gas.**

30 Prioridad: **29.01.2007 EP 07001911**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
03.11.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
03.11.2010

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

72 Inventor/es: **Kaufmann, Peter y
Krebs, Werner**

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

ES 2 347 732 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).

CÁMARA DE COMBUSTIÓN PARA UNA TURBINA DE GAS

DESCRIPCIÓN

La presente invención hace referencia una cámara de combustión para una
5 turbina de gas con al menos un primer y un segundo portasurtidor, de los cuales al
menos uno se encuentra previsto para inyectar un gas de funcionamiento en un
espacio de combustión de modo tal, que el gas de escape formado en la zona de
llama en el espacio de combustión recircule en una zona de mezcla del primer
portasurtidor

10 Para lograr una combustión moderada y estable en una turbina de gas, es
conocido el hecho de inyectar gas de funcionamiento en forma de gas de combustión
y aire premezclados a través de los portasurtidores en un espacio de combustión, de
modo tal que puede ser generada una combustión pobre con una producción reducida
de componentes contaminantes, en particular NO_x y CO. Los sistemas de combustión
15 semejantes, basados en llamas del chorro premezcladas, presentan la ventaja, en
comparación con sistemas estabilizados por rotación, de que pueden ser mantenidas
al mínimo las oscilaciones de intercambio de calor y, con ello, las fluctuaciones de
densidad, así como las fluctuaciones de presión. Puede ser evitada una combustión
inestable y ruidosa. A través de la elección adecuada del impulso del chorro, pueden
20 generarse estructuras de flujo en pequeña escala, las cuales disipan las fluctuaciones
de intercambio de calor inducidas acústicamente y, con ello, atenúan las pulsaciones
de presión típicas para llamas estabilizadas por rotación.

Una estabilización de la combustión, logrando en forma simultánea un alto
grado de eficacia y una producción reducida de sustancias contaminantes, puede
25 alcanzarse a través de una intensa dilución del gas de funcionamiento con gases de
escape de la combustión. En lugar de un frente de la llama visible, tiene lugar una
combustión no luminosa, conocida también como combustión suave, combustión
incolora o combustión de volumen. Un flujo de volumen elevado de gas de escape en
la zona de combustión puede ser alcanzado a través de una recirculación de gases de
30 escape de la combustión, la cual, preferentemente, se produce en el interior de la
cámara de combustión. Los gases de escape de la combustión recirculados diluyen el
gas fresco introducido en el espacio de combustión y, además, llevan a un

precalentamiento elevado de la mezcla de gas originada, a temperaturas por encima de una temperatura de inflamación espontánea del gas de escape. En lugar del frente tradicional de la llama se alcanza una zona de llama de gran volumen, en cuyo volumen se produce una combustión aproximadamente constante.

5 Se conoce una cámara de combustión para una combustión sin llama visible a través de la solicitud WO-2006/094896 A1.

 Por la solicitud DE 10 2005 008 421 A1 se conoce un espacio de combustión para una turbina de gas, donde el gas de escape de una combustión es conducido a través de recirculación hacia una zona de mezcla, obteniendo de esta manera una
10 combustión de volumen.

 Generalmente, se logra una recirculación al ser ampliada en forma discontinua la sección transversal de flujo de la cámara de combustión alrededor de la salida del portasurtidor, de modo que tiene lugar una combustión en un espacio, cuya sección transversal sobrepasa en gran medida la sección transversal de salida
15 del portasurtidor. Al lado de la salida del portasurtidor hay, de este modo, espacio suficiente, a través del cual el gas de escape caliente puede refluir en dirección opuesta a la dirección del chorro del portasurtidor y, de este modo, puede alcanzar la zona de mezcla. Una sección transversal de gran tamaño del espacio de combustión, requerida para ello, constituye un obstáculo para realizar un diseño compacto de una
20 turbina de gas. Asimismo, una sección transversal de gran tamaño puede conducir a un tiempo de permanencia elevado del gas en el espacio de combustión, lo que favorece a una formación no deseada de óxido de nitrógeno.

 Es un objeto de la presente invención el indicar una cámara de combustión para una turbina de gas, la cual permita la posibilidad de una combustión de volumen
25 a través de la recirculación de gas de escape, conjuntamente con un diseño compacto.

 Este objeto se alcanzará a través de una cámara de combustión de la clase mencionada en la introducción, donde los portasurtidores se encuentran posicionados uno con respecto al otro, conforme a la invención, de modo tal que el gas de escape fluye directamente desde una zona de llama del primer portasurtidor hacia una zona
30 de mezcla del segundo portasurtidor y donde a través del flujo directo del gas de escape desde la primer zona de llama (34) en la zona de mezcla (30) del segundo

portasurtidor (16) puede allí, sin una recirculación del gas de escape, alcanzarse una estabilización de la llama a través del gas de escape caliente.

El gas de escape puede ser introducido directamente desde la zona de llama del primer portasurtidor para la estabilización de la combustión del gas de funcionamiento desde el segundo portasurtidor, sin que sea imprescindible una 5 recirculación de este gas de escape para alcanzar la zona de mezcla del segundo portasurtidor. De esta manera puede ser estabilizada la llama del segundo portasurtidor. La llama del primer portasurtidor puede ser estabilizada a través del gas recirculado. La zona de recirculación puede ser mantenida al mínimo, puesto que 10 sólo debe recircular gas de escape para la llama del primer portasurtidor. Puede renunciarse a una recirculación de gas para la llama del segundo portasurtidor.

Dentro de este contexto, un flujo directo en la zona de mezcla del segundo portasurtidor se comprende como un flujo del gas de escape sin una recirculación desde la zona de llama del primer portasurtidor en la zona de mezcla del segundo 15 portasurtidor. El gas de escape desde la zona del primer portasurtidor puede ser un gas de escape que se ha formado allí a través de combustión.

Para posibilitar un flujo directo del gas de escape desde la primera zona de llama hacia la segunda zona de mezcla, sin una conducción externa del gas de escape, en forma conveniente, el primer portasurtidor en la cámara de combustión se 20 encuentra dispuesto aguas arriba del segundo portasurtidor. Igualmente en forma ventajosa, la zona de llama del primer portasurtidor, en forma conveniente, se encuentra dispuesta en la cámara de combustión aguas arriba de la zona de mezcla del segundo portasurtidor.

Para evitar efectos termoacústicos no deseados, en forma ventajosa, los 25 portasurtidores forman un quemador de chorro. Éste puede caracterizarse por un solo chorro, fundamentalmente libre de turbulencias, del gas de funcionamiento en el espacio de combustión. Para producir una combustión homogénea y pobre, los portasurtidores se encuentran previstos, en forma ventajosa, para inyectar un gas de funcionamiento premezclado, es decir, una mezcla realizada antes de la inyección, 30 comprendida, particularmente, por combustible gaseoso y oxidante, en especial aire. Una mezcla del gas de funcionamiento, por lo tanto, no tiene lugar en el espacio de combustión sino dentro de los portasurtidores o delante de los portasurtidores. La

mezcla puede ser parcial o, en forma ideal, completa. Puede pensarse, asimismo, en cubrir una mezcla con aire, por ejemplo, de modo que la superficie más interna, de un 15 % hasta un 85 % de la sección transversal del chorro de gas de funcionamiento, sea atravesada por el flujo de gas de funcionamiento y el resto de la superficie de la sección transversal que se encuentra fuera sea atravesado por el flujo de aire.

En otra conformación de la presente invención, una pluralidad de primeros portasurtidores forman un primer nivel anular y una pluralidad de segundos portasurtidores un segundo nivel anular dispuesto aún más aguas abajo y radialmente por fuera del primer nivel. Puede formarse un espacio de recirculación ubicado radialmente en el interior, desde el cual es conducido gas de escape en forma estable y simétrica hacia las zonas de mezcla de los portasurtidores de la primera zona. El flujo de gas puede ser conducido, manteniendo la simetría anular, desde las zonas de llama del primer portasurtidor hacia las zonas de mezcla del segundo portasurtidor. La cantidad de portasurtidores por nivel se ubica, de manera conveniente, entre 5 y 40, de modo que se alcanza una proporción ventajosa entre una buena combustión y una inversión para portasurtidores de 12 a 16 portasurtidores.

Para lograr una buena mezcla del gas de funcionamiento irradiado desde el segundo portasurtidor con el gas de escape desde la zona de llama del primer portasurtidor, es ventajoso que al menos un portasurtidor del primer nivel se encuentre dispuesto desplazado tangencialmente entre dos portasurtidores del segundo nivel. El gas de escape desde la zona de llama del primer portasurtidor puede fluir entre dos chorros desde ambos segundos portasurtidores y, de este modo, mezclarse bien con estos chorros. Un choque directo de un flujo de gas de escape desde el primer nivel con un gas de funcionamiento desde el segundo nivel y, con ello, una clase de choque de los gases entre ellos puede ser mantenido al mínimo. De manera conveniente, todos los portasurtidores del primer nivel se encuentran desplazados tangencialmente con respecto a los portasurtidores del segundo nivel y, particularmente, se encuentran dispuestos en forma alternada en dirección tangencial, de modo que el gas de escape desde las zonas de llama del primer portasurtidor puede fluir, en principio, entre chorros de los segundos portasurtidores.

En otra conformación de la presente invención, el primer portasurtidor se encuentra orientado en un ángulo de 5 ° hasta 30 °, radialmente con respecto al segundo portasurtidor. El gas de escape desde la zona de llama del primer portasurtidor puede ser dirigido directamente sobre la zona de mezcla del segundo portasurtidor, de manera que allí tiene lugar una buena mezcla del gas de funcionamiento, particularmente premezclado, con el gas de escape. De manera ventajosa, es escogido un ángulo de entre 10 ° y 20 °, de modo que, en primer lugar, el diseño del espacio de combustión puede ser particularmente compacto y, en segundo lugar, pueden ser minimizadas las turbulencias en el caso de que el gas de escape se encuentre con el gas de funcionamiento en forma muy inclinada.

El ángulo del primer portasurtidor corresponde, de manera conveniente, al ángulo del chorro de gas emitido desde el primer portasurtidor. El primer portasurtidor puede estar orientado, con respecto al eje del quemador, radialmente hacia fuera en dirección del segundo portasurtidor o hacia un segundo nivel. Es igualmente posible que el segundo portasurtidor, así como portasurtidores de un segundo nivel, se encuentren orientados radialmente hacia dentro, con respecto al eje del quemador y que el primer portasurtidor, así como los portasurtidores de un primer nivel, se encuentren orientados por ejemplo coaxialmente con respecto al eje del quemador. Asimismo, puede pensarse en tres portasurtidores, así como en tres niveles, donde el segundo portasurtidor, por ejemplo, se encuentre orientado coaxialmente, el primer portasurtidor radialmente hacia fuera y el tercer portasurtidor radialmente hacia dentro, respectivamente en relación al eje del quemador.

Para lograr una buena mezcla del gas de escape desde la zona de llama del primer portasurtidor con gas de funcionamiento desde el segundo portasurtidor, es ventajoso que el gas de escape sea aproximado del modo más extensivo posible al chorro de gas de funcionamiento y que, hasta cierto punto, de manera ventajosa, incluso lo envuelva. Si se prevé un portasurtidor para la inyección de un chorro de gas de funcionamiento con una sección transversal alargada del chorro, un chorro de gas de escape desde el primer portasurtidor puede entonces ser inyectado particularmente bien entre dos chorros de gas de funcionamiento de dos segundos portasurtidores. Puede provocarse el que los chorros de gas de funcionamiento sean envueltos, al menos en forma parcial, por gas de escape caliente.

En este caso, el eje alargado de la sección transversal oblonga del chorro, convenientemente, se encuentra orientado al menos esencialmente en forma radial, por ejemplo, en dirección de otro nivel. La sección transversal puede ser oval o de otra forma redondeada adecuada. Es posible conformar en forma alargada la sección transversal del chorro de gas de escape desde el primer portasurtidor, de modo que éste puede ser dirigido particularmente bien entre los chorros de gas de funcionamiento de los segundos portasurtidores. Igualmente, puede pensarse en realizar los segundos portasurtidores para la formación de un chorro de gas de funcionamiento alargado en la sección transversal, de manera que un chorro de gas de escape, en todo caso particularmente en la sección transversal, desde un primer portasurtidor, pueda ser dirigido especialmente bien entre los chorros de gas de funcionamiento de los segundos portasurtidores.

Una mezcla de gas de funcionamiento con gas de escape caliente puede ser provocada, cuando un chorro de gas de funcionamiento presenta una superficie del chorro de gran tamaño. Para ello, puede preverse al menos un portasurtidor con un medio para formar una superficie aprisionada en la sección transversal del chorro. Asimismo, puede pensarse en una superficie embutida del chorro.

En el caso de un funcionamiento con carga parcial de la cámara de combustión, puede suceder que a través de temperaturas de combustión reducidas, la porción requerida de gases de escape recirculados pueda considerarse como relativamente elevada con respecto a un funcionamiento con carga de base y, a través de una producción reducida de gas de escape, no recircule el gas de escape suficiente y, con ello, no se encuentre disponible el calor suficiente para una inflamación espontánea. En otra forma de ejecución de la presente invención puede hacerse frente a esta desventaja a través de un medio adicional para la formación de una zona de llama en una zona de recirculación. El medio adicional puede ser un quemador piloto, por ejemplo un quemador flox o un quemador de turbulencia.

En el caso de un funcionamiento con carga parcial puede también presentarse el problema de que en la zona de llama del primer portasurtidor no se genere el gas de escape caliente necesario para una estabilización suficiente de la llama del segundo portasurtidor. Puede hacerse frente a este problema, en el caso de un funcionamiento con carga parcial, regulando de modo tal la proporción del gas de

combustión que fluye a través del portasurtidor, que se alcance siempre que sea posible una estabilización suficiente de la segunda zona de llama. Una subdivisión semejante del gas de combustión entre ambos portasurtidores puede lograrse a través de un sistema con una cámara de combustión como la descrita anteriormente, y una
5 unidad de control prevista para controlar una subdivisión de gas de combustión entre ambos portasurtidores en función de una carga, así como de un alcance de carga de un funcionamiento de la turbina de gas.

De manera ventajosa, la unidad de control se prevé para, en un funcionamiento con carga parcial de la turbina de gas en relación al segundo
10 portasurtidor, conducir más gas de funcionamiento a través del primer portasurtidor que en un funcionamiento con carga base, así como con carga completa. En relación a una cantidad de gas de funcionamiento desde el segundo portasurtidor, se dispone de más gas de escape desde la zona de llama del primer portasurtidor, de modo que es estabilizada en forma suficiente la zona de llama del segundo portasurtidor, a
15 pesar de la potencia disminuida. La reducción relativa del flujo de gas de funcionamiento a través del segundo portasurtidor se paraliza, mientras que se mantiene el funcionamiento del primer portasurtidor. También puede pensarse en que el primer nivel funcione con un elevado flujo de gas de funcionamiento, un segundo nivel con un flujo reducido, y otro nivel con un flujo de gas de funcionamiento aún
20 más reducido.

La presente invención, además, se orienta a una turbina de gas con una cámara de combustión como la descrita anteriormente. A través de la combinación de recirculación, por un lado, y de un flujo directo de gas de escape desde la zona de llama del primer portasurtidor en la zona de mezcla del segundo portasurtidor, por
25 otro lado, puede ser mantenido al mínimo un espacio de recirculación, y la cámara de combustión puede realizarse en forma compacta, lo cual puede aplicarse en forma ventajosa en el caso de una turbina de gas.

La presente invención se explica en detalle mediante ejemplos de ejecución representados en los dibujos. Estos muestran:

30 **Figura 1:** un sector de una turbina de gas con una cámara de combustión en un corte longitudinal a lo largo de un eje del árbol,

Figura 2: una cámara de combustión alternativa con tres niveles de portasurtidores en un corte longitudinal,

Figura 3: otra cámara de combustión con dos niveles de portasurtidores, un quemador piloto adicional y una unidad de control para controlar el suministro de gas de funcionamiento con respecto a ambos niveles, y

Figuras 4 - 7: cuatro representaciones esquemáticas de disposiciones de portasurtidores de dos niveles en un corte transversal.

La figura 1 muestra un sector de una turbina de gas 2 con un árbol, no representado, dispuesto a la largo de un eje del árbol 4, y una cámara de combustión 6 orientada paralelamente con respecto al eje del árbol 4, en un corte longitudinal. La cámara de combustión 6 se encuentra construida en forma simétrica de rotación alrededor de un eje 8 de la cámara de combustión. El eje 8 de la cámara de combustión se encuentra, en este ejemplo especial de ejecución, dispuesto en forma paralela con respecto al eje del árbol 4, en un caso extremo, puede extenderse en forma vertical con respecto a éste. Una carcasa anular 10 de la cámara de combustión 6 rodea un espacio de combustión 12, el cual, igualmente, se encuentra realizado en forma simétrica de rotación alrededor del eje 8 de la cámara de combustión.

En el espacio de combustión 12 desembocan un primer portasurtidor 14 y un segundo portasurtidor 16, previstos para emitir gas de funcionamiento premezclado, por ejemplo una mezcla de gas de combustión y aire, en el espacio de combustión 12. Los portasurtidores 14, 16 comprenden respectivamente un tubo 18, 20, a través del que fluye el gas de funcionamiento durante un funcionamiento con carga completa de la turbina de gas 2 con una velocidad de aproximadamente 150 m/s en el espacio de combustión 12. El primer portasurtidor 14 es uno de 12 portasurtidores 14, dispuestos en forma anular alrededor del eje 8 de la cámara de combustión, los cuales forman un primer nivel de un quemador de chorro. El segundo portasurtidor 16, igualmente, es uno de 12 portasurtidores dispuestos en un conjunto anular, dispuestos radialmente fuera del primer portasurtidor 14 alrededor del eje 8 de la cámara de combustión y los cuales forman un segundo nivel del quemador de chorro.

En las bocas 22, 24 de los portasurtidores 14, 16; el espacio de combustión se encuentra formado de modo tal que, en una dirección de flujo 26 del gas de funcionamiento, presenta una hendidura de la sección transversal, a través de la que

fluye a lo largo el gas en el espacio de combustión 12, lateralmente con respecto al gas de funcionamiento que sale desde las bocas 22, 24, y puede mezclarse con el gas de funcionamiento, respectivamente de una zona de mezcla 28, 30.

Durante un funcionamiento de la turbina de gas 2, el gas de funcionamiento premezclado es inyectado desde ambos portasurtidores 14, 16 en el espacio de combustión 12. El gas de funcionamiento desde el primer portasurtidor 14 alcanza la primera zona de mezcla 28 y allí es bañado por el gas de escape recirculado de un flujo de gas de escape 32. De esta manera, el gas de funcionamiento es mezclado con el gas de escape muy caliente en la zona de mezcla 28, por ejemplo en una proporción de una parte de gas de accionamiento con cuatro partes de gas de escape recirculado, de modo que se genera una mezcla de gas de funcionamiento y de gas de escape, cuya temperatura se ubica por encima de la temperatura de inflamación espontánea. La mezcla se inflama en una zona de llama 34 situada aguas abajo, la cual se representa en la figura 1 separada de la zona de mezcla 28 para una mayor claridad, sin embargo, en la realidad, éstas se atraviesan. Se origina un espacio de llama de gran volumen con una combustión moderada.

El gas de escape formado en la zona de llama 34, es decir, el gas de funcionamiento quemado, a través de su flujo en dirección de flujo 36, alcanza la segunda zona de mezcla 30, en donde se mezcla con el gas de funcionamiento que fluye desde el segundo portasurtidor 16. Nuevamente se origina una mezcla inflamable que es quemada en una segunda zona de llama 38 conformada en forma análoga a la primera zona de llama 34. El gas de escape originado y acumulado en esta zona de llama 38 abandona el espacio de combustión 12, en parte en flujos de gas de escape 40, donde el gas de escape es conducido a una parte de la turbina, no representada, de la turbina de gas 2. Otra parte recircula en un flujo de recirculación 42 hacia la zona de mezcla 28 y allí, así como en la zona de llama 34, sirve para la estabilización de la llama. La recirculación es mantenida, puesto que la mezcla de gas combustible que fluye rápidamente a través del portasurtidor 14 del primer nivel, succiona los gases de escape calientes debido a la diferencia de presión estática, resultante de la elevada velocidad de escape de los gases.

A través de la mezcla se alcanza una temperatura que posibilita una combustión estable en la zona de llama 34. De acuerdo a la orientación de los gases

de escape desde la zona de llama 34, estos gases de escape son conducidos completamente hacia la zona de mezcla 30 o una parte de ellos recircula en un flujo de recirculación, asimismo hacia la zona de mezcla 28.

A través del flujo directo del gas de escape desde la primera zona de llama 34
5 en dirección de flujo en la zona de mezcla 30, puede alcanzarse allí una estabilización de la llama a través del gas de escape caliente, sin que este gas de escape deba recircular. En términos generales, se mantiene al mínimo el flujo de masa de gas de escape recirculado requerido para la estabilización de la llama de un nivel consecutivo, a través de la utilización de los gases de escape calientes de un
10 nivel. En comparación con una ejecución de un solo nivel durante un funcionamiento con carga completa, se estabiliza a través de gases de escape recirculados sólo una parte, desde 20 % hasta 70 %, por ejemplo 50 % del gas de funcionamiento premezclado inyectado a través del portasurtidor 14, 16. El segundo nivel situado
15 aguas abajo es estabilizado mediante los gases de escape calientes del nivel situado aguas arriba axialmente con respecto al eje 8 de la cámara de combustión.

Sólo es recirculado el gas de escape requerido por el portasurtidor 14 para la estabilización de la llama del primer nivel. De este modo, puede realizarse una zona de recirculación 46 proporcionalmente pequeña y una cámara de combustión 6, así como una turbina de gas 2, en forma compacta. A través del tamaño reducido de la
20 zona de recirculación 46, es breve el tiempo de permanencia promedio del gas de escape en el espacio de combustión 12 y reducida la formación de óxido de nitrógeno. A través de la disposición de la zona de mezcla 28 y de la zona de llama 34 aguas arriba de la zona de mezcla 30 del segundo portasurtidor 16, se logra una conducción de gas de escape, de llama y de chorro pobre en cuanto a turbulencias en
25 el espacio de combustión 12.

La figura 2 muestra un sector de una cámara de combustión 48 de una turbina de gas 50 con un eje 8 de la cámara de combustión dispuesto en forma vertical con respecto a un eje del árbol, no representado, de la turbina de gas 50. La siguiente descripción se restringe, esencialmente, a las diferencias relativas al ejemplo de
30 ejecución de la figura 1, al cual se hace referencia con respecto a características y a funciones invariables. Los componentes que se mantienen esencialmente constantes se indican a través de los mismos signos de referencia.

En forma adicional con respecto a los primeros y segundos portasurtidores 14, 16 del primer y el segundo nivel, la cámara de combustión 48 comprende portasurtidores 52 dispuestos radialmente por fuera del segundo nivel, los cuales forman un tercer nivel del quemador de chorro dispuesto simétricamente alrededor del eje 8 de la cámara de combustión. Mientras que un eje 54 del segundo portasurtidor 16 se encuentra orientado en forma paralela con respecto al eje 8 de la cámara de combustión y, con ello, la dirección de flujo 26 se extiende, igualmente, esencialmente en forma paralela con respecto al eje 8 de la cámara de combustión, desde la boca 24 del segundo portasurtidor 16, un eje 56 del primer portasurtidor 14 se ladea alrededor de un 10 % radialmente hacia fuera, relativamente hacia el eje 8 de la cámara de combustión y hacia el segundo nivel. De este modo, todos los portasurtidores 14 del primer nivel se ladean radialmente hacia fuera, hacia el segundo nivel. Una dirección de flujo 58 y, resultante de ésta, una dirección de flujo 60 del gas de escape desde la zona de llama 34, se encuentra orientada directamente hacia la segunda zona de mezcla 30 del segundo portasurtidor 16 para el flujo directo del gas de escape en las zonas de mezcla 30. Debido a esto, se obtiene una mezcla particularmente buena del gas de funcionamiento desde el segundo portasurtidor 16, con el gas de escape caliente desde la zona de llama 34.

En forma análoga, un eje 62 del tercer portasurtidor 52 se encuentra orientado alrededor de un 10 % radialmente hacia dentro, con respecto al eje 8 de la cámara de combustión, de modo que una dirección de flujo 64 de gas de escape desde la segunda zona de llama 38 se encuentra orientada directamente hacia la zona de mezcla 66 del portasurtidor 52 del tercer nivel. De esta manera, puede alcanzarse una estabilización de la llama de la combustión en una tercera zona de llama 68, sin una recirculación de los gases de escape.

En el caso de esta disposición de tres niveles sólo es necesaria una recirculación de gas de escape caliente para la estabilización de la llama del primer nivel, mientras que el segundo y el tercer nivel son estabilizados en cuanto a la llama sin una recirculación, a través del flujo directo de gas de escape caliente desde los niveles situados aguas arriba. A causa de esto, la zona de recirculación 46 puede ser reducida en forma proporcional.

Para otro mejoramiento de la estabilización de la llama en el caso de una forma de construcción compacta de la turbina de gas, es posible prever más de tres niveles. Puede pensarse en cuatro, también en cinco niveles conectados unos tras otros en forma de cascada, donde sólo recircule gas de escape para el primer nivel y el gas de escape se produzca para la estabilización de la llama de los niveles consecutivos, a través del gas de escape que fluye directamente desde los niveles precedentes.

La figura 3 muestra un ejemplo de ejecución de una turbina de gas 70 con una cámara de combustión 72 con quemadores de chorro 14, 16 dispuestos con dos niveles. A diferencia del ejemplo de ejecución representado en la figura 1, la cámara de combustión 72 presenta un medio 74 para la formación de una zona de llama 76 en la zona de recirculación 46. En el caso de un funcionamiento con carga parcial de la turbina de gas 70, donde proporcionalmente sólo se producen pequeñas cantidades de gas de escape caliente, el flujo de gas de escape 32 puede ser reforzado a través de un ingreso de calor adicional, así como de un ingreso de gas de escape desde la zona de llama 76. De este modo, también en el caso de un funcionamiento con carga parcial, se encuentra disponible suficiente gas de escape caliente para la estabilización de la llama del primer nivel.

Una unidad de control 78, relacionada con una válvula dirigitiva 80, controla un flujo de gas de funcionamiento a través del medio 74, el cual puede encontrarse realizado como un quemador piloto. Si no es necesario un pilotaje- por ejemplo, en caso de un funcionamiento con carga completa- entonces el suministro de gas de funcionamiento puede ser desconectado desde el medio 74 con la ayuda de la válvula 80. A través de medios, los cuales no se encuentran representados, por ejemplo sensores, son obtenidos parámetros de funcionamiento en la cámara de combustión 72; en caso de un funcionamiento con carga parcial, es determinada la dimensión de un pilotaje ventajoso a través de la unidad de control 78, relacionada a la válvula 80, y es controlado un suministro correspondiente de gas de funcionamiento a través del medio 74.

Para otro mejoramiento de un funcionamiento con carga parcial, la turbina de gas 70 comprende otras válvulas 82, 84 en los primeros, así como en los segundos portasurtidores 14, 16. A causa de ello, puede controlarse ventajosamente una

subdivisión de gas de funcionamiento entre ambos niveles. De este modo, en el caso de un funcionamiento con carga parcial, es reducido más intensamente el suministro de gas de funcionamiento a través del segundo nivel que el suministro de gas de funcionamiento a través del primer nivel, de modo que el suministro de gases calientes en un chorro de gas de escape 86 siempre es suficiente para una buena estabilización de la llama del segundo nivel. Si fuera necesaria una reducción considerable del gas de funcionamiento del primer nivel a través de otra disminución de la carga, el flujo de gas de escape 32 es reforzado a través del pilotaje, de modo que permanece garantizado un suministro suficiente de gas de escape y de calor hacia la zona de mezcla 28 y, de este modo, indirectamente, hacia la zona de mezcla 30. De esta manera, un suministro de gas de funcionamiento puede ser controlado a través de ambos niveles en función de un alcance de carga de la turbina de gas 80 o ser controlado mediante la presencia de sensores. Este principio es válido también, naturalmente, para las turbinas de gas 2, 50 de los ejemplos de ejecución precedentes.

Las figuras 4 a 7 muestran principios relativos a la disposición de las bocas 88a-d, 90a-d del primer portasurtidor interno y del segundo portasurtidor externo en una vista superior esquemática. Estos principios pueden aplicarse también en otras cantidades o geometrías de portasurtidores y en más de dos niveles. Las bocas 88a-d del primer portasurtidor se encuentran dispuestas, respectivamente, sobre un círculo interno radial 92a-d y las bocas 88a-d del segundo portasurtidor, sobre un círculo externo radial 94a-d.

En el ejemplo de ejecución presentado en la figura 4, cada boca interna 88a del primer nivel se encuentra asociada a una boca externa 90a del segundo nivel, de manera que fundamentalmente gas de escape, desde un portasurtidor del primer nivel, sirve para la estabilización de la llama de un portasurtidor del segundo nivel.

En la figura 5 se encuentran los primeros portasurtidores, cuyas bocas 88b, respectivamente, se encuentran dispuestas en forma desplazada tangencialmente en el centro, entre dos portasurtidores, así como entre sus bocas 90b. Los chorros de gas de escape 96d del primer nivel que resultan de allí se propagan a través del desplazamiento tangencial entre chorros de gas de funcionamiento 98b del segundo nivel. De este modo, estos son envueltos por los chorros de gas de escape 96b,

debido a lo cual se produce una mezcla particularmente buena del gas de funcionamiento que fluye allí, con el gas de escape caliente desde los chorros de gas de escape 96b.

En la figura 6 se encuentran dispuestas en forma esencialmente equidistante
5 las bocas 88c, 90c de ambos niveles, de manera que no se logra una asociación directa de las bocas 88c del primer nivel en relación a la boca externa 90c del segundo nivel. A través de una disposición tangencial irregular de las bocas internas 88c, con respecto a las bocas externas 90c, se alcanza, sin embargo, una buena mezcla de chorros de gas de escape desde los portasurtidores internos con los chorros
10 de gas de funcionamiento de los portasurtidores externos. Puesto que se encuentran presentes más segundos portasurtidores que primeros portasurtidores, todos los portasurtidores deben ser del mismo tamaño al mantenerse el mismo flujo de gas por volumen del espacio de combustión.

La figura 7 muestra bocas 88d, 90d con una sección transversal alargada
15 orientada radialmente hacia el eje 8 de la cámara de combustión, de manera que los chorros de gas de funcionamiento 98d, 100d que fluyen desde la misma, presentan asimismo una sección transversal alargada. Los chorros de gas de escape 96d del primer nivel, los cuales resultan a partir de los chorros de gas de funcionamiento 100d del primer portasurtidor, se encuentran conformados, análogamente, de modo
20 oval y se propagan a través de un desplazamiento tangencial de las bocas 88d, 90d entre los chorros de gas de funcionamiento 98d. De esta manera, estos son envueltos extensivamente por los chorros de gas de escape 96d, debido a lo cual se produce una buena mezcla del gas de funcionamiento que fluye allí, con gas de escape caliente desde los chorros de gas de escape 96d.

25 En otra forma de ejecución, las bocas de un nivel, de un nivel externo o interno, pueden encontrarse realizadas con secciones transversales alargadas, de modo que por ejemplo un flujo de gas de escape oval se propaga a través de flujos de gas de funcionamiento redondeados, o un flujo de gas de funcionamiento redondeado se propaga entre flujos de gas de funcionamiento alargados.

30 Asimismo, puede pensarse que los chorros de gases de funcionamiento sean emitidos con superficies aprisionadas, de modo que se logra una ampliación de la

superficie y el gas de escape puede insertarse particularmente bien en los chorros de gas de funcionamiento y allí puede mezclarse adecuadamente.

La inclinación radial de los portasurtidores 14, 16, 52 de otro nivel, naturalmente, puede ser empleada también en los ejemplos de ejecución representados en las figuras 1 y 4. Igualmente, el principio del desplazamiento tangencial de las secciones transversales del chorro, alargadas y / o aprisionadas, y el control a través de la unidad de control 78, pueden ser aplicados en todos los ejemplos de ejecución mostrados y en otros niveles.

Reivindicaciones

1. Cámara de combustión (6, 48, 72) para una turbina de gas (2, 50, 70) con al menos un primer y un segundo portasurtidor (14, 16, 52), de los cuales al menos uno de ellos se encuentra previsto para inyectar un gas de funcionamiento en un espacio
5 de combustión (12) de modo tal, que el gas de escape formado en la zona de llama (34, 38, 68) en el espacio de combustión (12) recircule en una zona de mezcla (28) del primer portasurtidor (14), **caracterizada porque** los portasurtidores (14, 16, 52) se encuentran posicionados de modo tal uno con respecto al otro, que el gas de escape fluye desde la zona de llama (34) del primer portasurtidor (14) directamente
10 en una zona de mezcla (30, 66) del segundo portasurtidor (16, 52), de modo que a través del flujo directo del gas de escape desde la primer zona de llama (34) en la zona de mezcla (30) del segundo portasurtidor (16) puede allí, sin una recirculación del gas de escape, alcanzarse una estabilización de la llama a través del gas de escape caliente.

15 2. Cámara de combustión (6, 48, 72) conforme a la reivindicación 1, **caracterizada porque** el primer portasurtidor (14) en la cámara de combustión (12) se encuentra dispuesto aguas arriba del segundo portasurtidor (16, 52).

3. Cámara de combustión (6, 48, 72) conforme a la reivindicación 1 ó 2, **caracterizada porque** la zona de llama (34) del primer portasurtidor (14) en la
20 cámara de combustión (12) se encuentra dispuesto aguas arriba de la zona de mezcla (30, 66) del segundo portasurtidor (16, 52).

4. Cámara de combustión (6, 48, 72) conforme a una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** los portasurtidores (14, 16, 52) forman un quemador de chorro.

25 5. Cámara de combustión (6, 48, 72) conforme a una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** los portasurtidores (14, 16, 52) se prevén para la inyección de un gas de funcionamiento premezclado en forma de una mezcla de aire y combustible.

30 6. Cámara de combustión (6, 48, 72) conforme a una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** una pluralidad de primeros portasurtidores (14) forman un primer nivel anular y una pluralidad de segundos portasurtidores (16, 52)

forman un segundo nivel anular situado aún más aguas abajo del primer nivel y radialmente por fuera de éste.

7. Cámara de combustión (6, 48, 72) conforme a la reivindicación 6, **caracterizada porque** al menos un portasurtidor (14) del primer nivel se encuentra
5 dispuesto en forma desplazada tangencialmente entre dos portasurtidores (16, 52) del segundo nivel.

8. Cámara de combustión (48) conforme a una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** el primer portasurtidor (14) se encuentra orientado en un ángulo de 5 ° a 30 ° radialmente con respecto al segundo
10 portasurtidor (16, 52).

9. Cámara de combustión (6, 48, 72) conforme a una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada porque** un portasurtidor (14, 16, 52) se prevé para inyectar un chorro de gas de funcionamiento (98d, 100d) con una sección transversal alargada del chorro.

15 **10.** Cámara de combustión (72) conforme a una de las reivindicaciones precedentes, **caracterizada por** un medio adicional (74) para la formación de una zona de llama (76) en una zona de recirculación (46).

11. Sistema con una cámara de combustión (72) conforme a una de las reivindicaciones precedentes y una unidad de control (78) prevista para el control de
20 una distribución del gas de funcionamiento entre ambos portasurtidores (14, 16, 52) en función de un alcance de carga de un funcionamiento de la turbina de gas (70).

12. Sistema conforme a la reivindicación 11, **caracterizado porque** la unidad de control (78) se encuentra prevista para dirigir más gas de funcionamiento a través del primer portasurtidor (14) en relación con el segundo portasurtidor (16, 52)
25 cuando la turbina de gas (70) funciona con una carga parcial, que cuando ésta funciona con una carga completa.

13. Turbina de gas (2, 50, 70) con una cámara de combustión (6, 48, 72) conforme a una de las reivindicaciones precedentes.

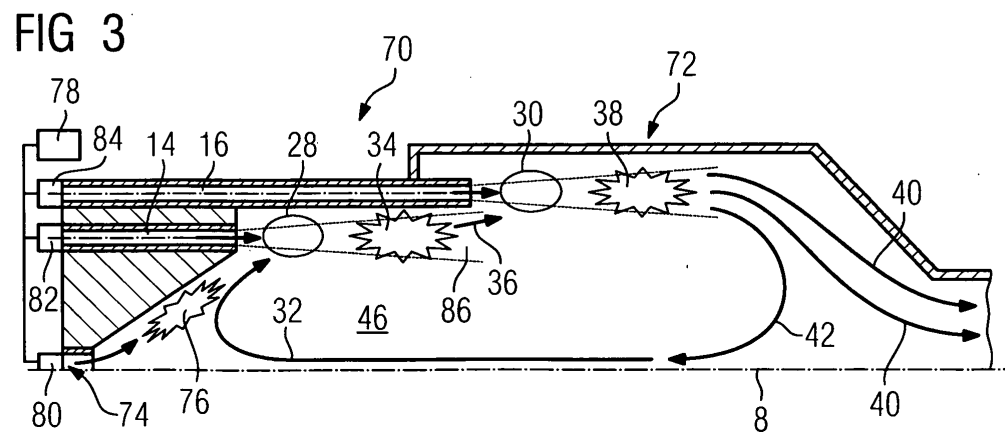
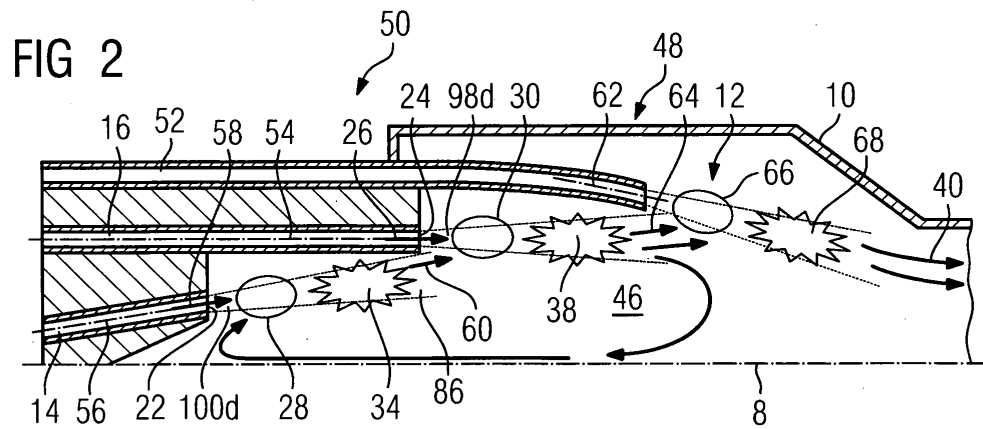
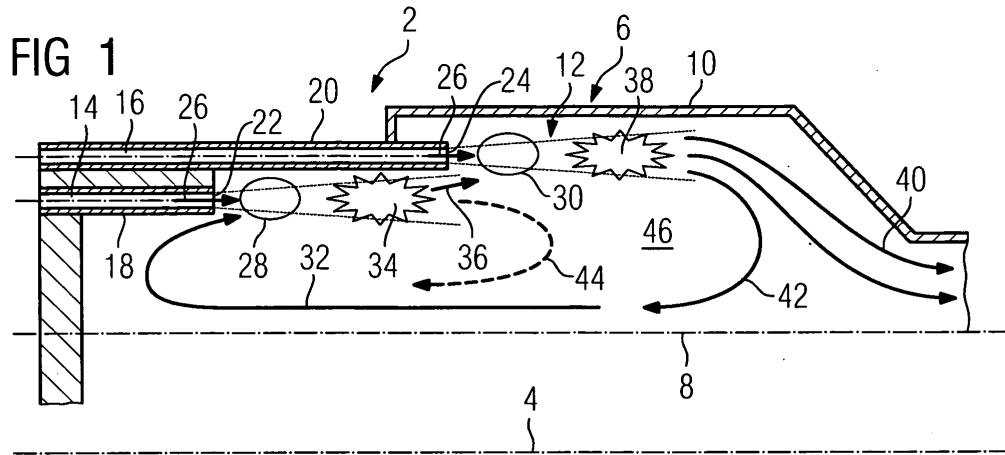


FIG 4

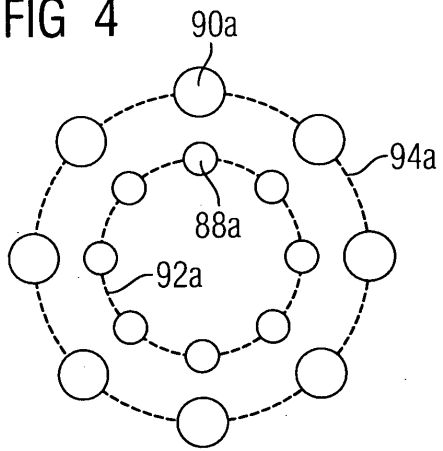


FIG 5

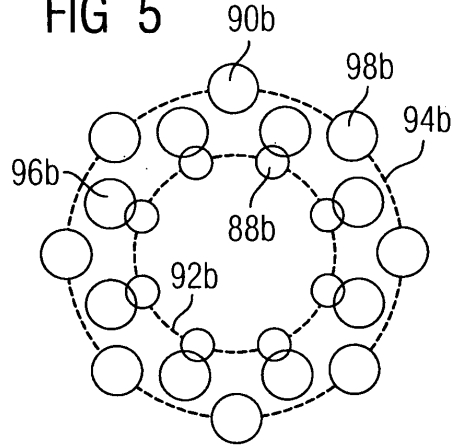


FIG 6

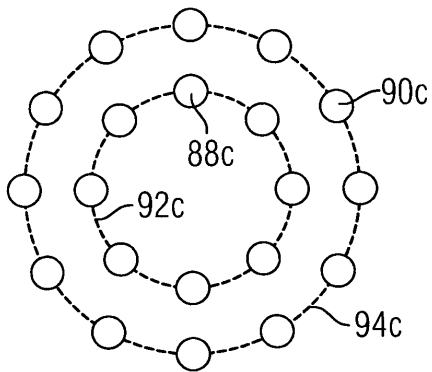


FIG 7

