

19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA



11 Número de publicación: **2 534 482**

51 Int. Cl.:

F23C 99/00 (2006.01)

F23R 3/42 (2006.01)

F23C 9/00 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Fecha de presentación y número de la solicitud europea: **22.04.2003** **E 03724871 (3)**

97 Fecha y número de publicación de la concesión europea: **11.03.2015** **EP 1497589**

54 Título: **Cámara de combustión con oxidación sin llama**

30 Prioridad:

23.04.2002 DE 10217913

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

23.04.2015

73 Titular/es:

WS-WÄRMEPROZESSTECHNIK GMBH (100.0%)
DORNIERSTRASSE 14
71272 RENNINGEN, DE

72 Inventor/es:

WÜNNING, JOACHIM G. y
WÜNNING, JOACHIM A.

74 Agente/Representante:

DE ELZABURU MÁRQUEZ, Alberto

ES 2 534 482 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

Cámara de combustión con oxidación sin llama

La invención se refiere a una cámara de combustión para una turbina de gas y a una turbina de gas equipada con una cámara de combustión de este tipo.

- 5 Las turbinas de gas sirven para la conversión de energía térmica en energía mecánica, que se cede, por ejemplo, a un árbol (central eléctrica, accionamientos de buques, helicópteros) o como empuje (aviones). Todas las turbinas de gas presentan cámaras de combustión, en las que se quema un combustible con exceso de aire. En este caso, en la cámara de combustión se configura una llama estable. Para la estabilización de la misma se ralentiza en primer lugar la mayoría de las veces la circulación de gas, que tiene una velocidad muy alta en la salida del compresor.
- 10 Están previstos medios adecuados para la configuración de llamas estables, por ejemplo se generan en la cámara de combustión remolinos de espacio pequeño para la estabilización de la llama. La combustión se realiza con exceso de aire, para no sobrecargar térmicamente la cámara de combustión y la turbina.

- Se conoce a partir del documento EP 0463218 B1 una oxidación sin llama de un combustible en una cámara de reacción correspondiente. La oxidación sin llama se consigue a altas temperaturas de la cámara de combustión, cuando el combustible es introducido en una corriente de gas caliente, que contiene gas de escape y oxígeno.
- 15

- Se conoce a partir del documento US 3.309.866 una turbina de gas, en la que la mezcla de combustible y aire se forma ya antes de la compresión y se conduce después de la compresión desde compresor hacia la cámara de combustión. La mezcla se introduce aproximadamente tangencial a una pared al menos aproximadamente de forma circular en la sección transversal y se descarga de nuevo desde el otro lado. De maneja alternativa es igualmente posible inyectar el combustible directamente en la cámara de combustión, pero no se indica ninguna configuración constructiva concreta de la inyección fina de aire y de combustible directamente en la cámara de combustión.
- 20

- Las cámaras de combustión de turbinas de gas deben cumplir varios requerimientos. Algunos de ellos son una pérdida de presión lo más reducida posible, la consecución de una combustión lo más completa posible, la permanencia (apenas) por debajo de la temperatura máxima del gas de escape (para la conservación de la turbina) y una generación reducida de óxido de nitrógeno.
- 25

De ello se deriva el cometido de crear una turbina de gas con una cámara de combustión, que presenta una generación reducida de óxido de nitrógeno y que es adecuada para el empleo en turbinas de gas.

Este cometido se soluciona con la turbina de gas de acuerdo con la reivindicación 1:

- 30 La cámara de combustión de acuerdo con la invención está instalada para la oxidación sin llama. Esto se consigue porque la entrada y la salida están instaladas de tal forma que en su espacio interior se configura una corriente de recirculación de espacio grande, con la que se mezclan con el aire fresco alimentado cantidades mayores de gases de escape caliente. Con preferencia se establecen las relaciones de tal manera que se mezcla con la corriente de aire fresco al menos una corriente de gas de escape de doble magnitud. De esta manera se consigue que la mezcla de aire fresco y gas de escape presente una temperatura de la mezcla, que está por encima de la temperatura de encendido del combustible. La oxidación sin llama que se establece no indica la configuración de una llama estable. Por lo tanto, se puede trabajar con velocidades relativamente altas del gas, extendiéndose la oxidación del combustible sobre un trayecto mayor que se encuentra entre la entrada y la salida.
- 35

- La corriente de recirculación de espacio grande se puede configurar, además, relativamente sin pérdidas, de manera que la cámara de combustión tiene una resistencia reducida a la circulación y de esta manera solamente provoca pérdidas de presión reducida. Se pueden alcanzar pérdidas de presión, que solamente están en el intervalo inferior al 3 % de la presión de la cámara de combustión. El aire fresco se comprime en la cámara de combustión y se alimenta con preferencia libre de torsión en cierto modo como chorro de aire. Resulta una circulación ordenada.
- 40

- La nueva cámara de combustión posibilita altas densidades de potencia (por ejemplo, 100 MW/m³). La rotura de la llama así como el retorno de la llama son imposibles condicionadas por el principio. Se han alcanzado concentraciones de NO_x inferiores a 10 ppm.
- 45

Para la configuración de la oxidación sin llama bajo la consecución simultánea de una resistencia reducida a la circulación de la cámara de combustión y una forma de construcción compacta, se introduce el combustible en la misma dirección en la cámara de combustión que el aire fresco. De esta manera se reducen en gran medida los remolinos locales, que podrían contribuir en otro caso a una elevación de la pérdida de presión.

- 50 Se prefiere diseñar la cámara de combustión con una recirculación interior de 2 a 5. Esto significa que al aire fresco se mezclan gases de escape en una cantidad de dos a cinco veces su corriente de masas.

El aire y el combustible son introducidos en este caso dispuestos con preferencia coaxiales entre sí, en chorros adyacentes o en chorros adyacentes de otra manera y esencialmente paralelos entre sí en la cámara de combustión. La alimentación en la cámara de combustión se realiza con preferencia desde la pared frontal en la

- zona adyacente a la pared exterior de la cámara de combustión, es decir, en una zona dispuesta radialmente en el exterior de la pared frontal. De esta manera se introducen aire fresco y combustible en una circulación en primer lugar esencialmente paralela a la pared en la cámara de combustión. La salida de la cámara de combustión está orientada con preferencia en la misma dirección o en dirección contraria, presentando su límite exterior una distancia menor con respecto al eje medio de la cámara de combustión que las cámaras de aire que pertenecen a la entrada de la cámara de combustión. Con esta medida se puede conseguir la corriente de recirculación de espacio grande, que circula desde la entrada hacia la salida de la cámara de combustión a lo largo de la pared, y entonces desde la salida hacia la entrada con preferencia sobre el eje medio de la cámara de combustión.
- La entrada de la cámara de combustión se forma a través de varias toberas de entrada de aire, que conducen el aire fresco como chorros de aire fresco hasta el espacio interior. Además, las toberas de aire están formadas con preferencia de tal forma que el chorro de aire saliente ejerce una acción de inyección para la reaspiración de gases de escape. Esto se puede conseguir o apoyar, por ejemplo, a través de una sección de forma cónica que se proyecta sobre la pared frontal de la cámara de combustión.
- La cámara de combustión puede pertenecer a un conjunto de cámaras de combustión individuales dispuestas en forma de anillo, que se designan también como cámaras de combustión tubulares. De manera alternativa, la cámara de combustión puede estar diseñada como cámara de combustión anular. En instalaciones estacionarias, son posibles también formas de cámaras de combustión discrepantes.
- La cámara de combustión está configurada con preferencia de tal forma que presenta solamente un único centro de circulación (centro de turbulencia). En la cámara de combustión tubular, este centro de turbulencia es una línea o superficie, que está dispuesta coaxialmente al eje longitudinal de la cámara de combustión. La corriente de circulación es una circulación toroidal, que ocupa todo el espacio interior de la cámara de combustión. En la cámara de combustión anular, en la que las toberas de aire que pertenecen a la entrada están dispuestas, por ejemplo, sobre una corona exterior en la pared frontal, se forma el centro de turbulencia de la misma manera a través de una línea circular alineada coaxialmente al eje longitudinal de la cámara de combustión. Ésta está con preferencia aproximadamente paralela a la línea, sobre la que están dispuestas las toberas de aire.
- La cámara de combustión está provista con preferencia con una instalación de pre-calentamiento, con la que se puede llevar al comienzo del funcionamiento a una temperatura adecuada para la oxidación sin llama. La instalación de pre-calentamiento se forma, por ejemplo, por quemadores accionados temporalmente, que pueden configurar una llama, a través de una calefacción eléctrica o a través de otras fuentes de calor.
- La cámara de combustión puede estar recubierta en su pared interior con un material catalíticamente activo. Además, en la cámara de combustión puede estar dispuesto un cuerpo de guía con superficie catalítica. Adicionalmente, en la salida de la cámara de combustión se puede disponer un catalizador.
- Otros detalles ventajosos de formas de realización de la invención se deducen a partir del dibujo, de la descripción o de las reivindicaciones dependientes.
- En el dibujo se ilustran ejemplos de realización de la invención. En este caso:
- La figura 1 muestra una turbina de gas en una representación esquemática.
- La figura 2 muestra las cámaras de combustión de la turbina de gas de acuerdo con la figura 1 en una vista frontal.
- La figura 3 muestra una cámara de combustión individual en representación esquemática en la sección longitudinal.
- La figura 4 muestra la cámara de combustión según la figura 3 en una vista frontal.
- La figura 5 muestra una forma de realización modificada de la cámara de combustión en representación en la sección longitudinal.
- La figura 6 muestra otra forma de realización modificada de la cámara de combustión en representación en la sección longitudinal.
- La figura 7 muestra una cámara de combustión configurada como cámara de combustión anular en vista frontal.
- La figura 8 muestra la cámara de combustión de acuerdo con la figura 7 en la sección longitudinal.
- La figura 9 muestra una cámara de combustión con circulación inversa en representación en la sección longitudinal, y
- La figura 10 muestra la cámara de combustión según la figura 9 en vista frontal.
- En la figura 1 se ilustra una turbina de gas 1, que presenta un compresor 2, una turbina 3, que está conectada con el compresor 2, por ejemplo a través de un árbol 4, y al menos una cámara de combustión 5. Cada cámara de combustión presenta una entrada 6, que es alimentada desde el compresor 2 con aire comprimido, y una salida 7,

que alimenta a la turbina 3 la corriente de gas generada en la cámara de combustión 5.

Las cámaras de combustión 5 pueden ser, como se ilustra en la figura 2, respectivamente, tal vez cámaras de combustión individuales en forma de tubo (can-type-burner), que forman en común un conjunto de cámaras de combustión. Una cámara de combustión 5 individual de este tipo se ilustra en la figura 3. Esta cámara de combustión presenta un espacio interior 9 rodeado por una pared 8, que es esencialmente cilíndrica. A la pared 8 pertenece en el lado de entrada una pared frontal 11, que puede estar configurada, por ejemplo, lisa. En el lado opuesto está configurada una pared frontal 12, en la que está dispuesto un orificio 14 que establece la salida 7 con el radio B. Como entrada 6 sirve una serie de toberas de aire 15 que, como se ilustra en la figura 4, están dispuestas sobre un círculo. Las toberas de aire 15 están dispuestas en este caso en la proximidad de la pared 8 sobre un radio A con respecto al eje medio imaginario 16 de la cámara de combustión 5, que es mayor que el radio B del orificio 14. En una forma de realización probada en la práctica, el diámetro D del orificio respectivo de las toberas de aire 15 de aproximadamente una quincuagésima parte de la longitud 1 de la cámara de combustión 5 medida a lo largo del eje medio 16. El diámetro de la cámara de combustión es aproximadamente la mitad de su longitud. Las figuras son están a escala.

En el espacio interior 9 se puede disponer un tubo de guía 17 concéntricamente al eje medio 16. El tubo de guía 17 es más corto que la longitud del espacio interior 9. Su diámetro corresponde aproximadamente al diámetro del orificio 14. Se mantiene con respecto a las paredes frontales 11 y 12 una distancia, respectivamente, que es un poco menor que su radio. No se ilustran medios para la fijación del tubo de guía 17, como por ejemplo nervaduras en la pared 8 o en las paredes frontales 11, 12.

Las toberas de aire 15 se proyectan, como se ilustra en la figura 3, en el interior del espacio interior 9. Presentan, por ejemplo, un contorno aproximadamente en forma de tronco de cono. Están configuradas de tal forma que generan un chorro de aire recto, que provoca un efecto de inyector. Para la alimentación de combustible está prevista una instalación de alimentación de combustible 18. Ésta se forma, por ejemplo, por toberas de combustible 19, que son alimentadas desde un conducto central 21. Las toberas de combustión 19 pueden desembocar, por ejemplo, respectivamente, poco antes de una tobera de aire 15. En este caso, a cada tobera de aire 15 puede estar asociada una tobera de combustible 19. También es posible asociar toberas de combustible 19 solamente a algunas de las toberas de aire 15. Además, las toberas de combustible 19, como se ilustra en la figura 4 como alternativa, pueden estar dispuestas entre las toberas de aire 15. El número de las toberas de combustible 19 puede coincidir con el número de las toberas de aire 15 o se puede distinguir del mismo. Las toberas de combustible 19 y las toberas de aire 15 tienen la misma dirección de salida de la corriente, es decir, que el aire y el combustible son introducidos en la misma dirección en el espacio interior 9.

La cámara de combustión 5 presenta para la puesta en funcionamiento, además, un dispositivo de precalentamiento 22. Éste se forma en el presente ejemplo de realización por medio de una espiral incandescente, que se puede calentar eléctricamente y está alojado en el espacio interior de la pared 8. De manera alternativa, puede estar previsto un quemador, una instalación de generación de arco voltaico o una fuente de calor controlable de otra manera.

La cámara de combustión 5 que se acaba de describir trabaja de la siguiente manera:

Durante el funcionamiento de la turbina de gas 1, la cámara de combustión 5 recibe aire fresco comprimido en su entrada 6 y precalentado a través de la compresión. La presión puede estar, por ejemplo, en el intervalo de 10 bares a 20 bares. El aire se distribuye sobre las toberas de aire 15 individuales y de esta manera entra en forma de chorros aproximadamente paralelos a la pared cilíndrica 8 en el espacio interior 9. Esto se ilustra por medio de flechas 24, 25. La temperatura en el espacio interior 9 se ha elevado, por ejemplo, por medio de la espiral calefactora 23, de tal manera que se enciende un combustible introducido. Éste se conduce a través de las toberas de combustible 19 con la corriente de aire fresco en la dirección de las flechas 24, 25 en el espacio interior 9. El combustible reacciona ahora en el espacio interior en el camino desde las toberas de aire 15 hacia la pared frontal 12. De esta manera, el canal en forma de anillo, formado entre el lado exterior del tubo de guía 17 y el lado interior de la pared 8 forma un canal de reacción 26, que es atravesado por el aire fresco y por el combustible en la dirección de las flechas 27, 28.

El extremo del canal de reacción 26 se cubre por medio de la pared frontal 12, de manera que se invierte la circulación, que se indica por medio de flechas 29, 31. Solamente una parte menor de los productos de reacción resultantes circula como gas caliente a través de la salida 7 hacia la turbina 5, como se indica con las flechas 32, 33. La mayor parte recircula a través del tubo de guía 17 de retorno a la pared frontal 11, que establece de esta manera un canal de recirculación 34. Los gases de escape que circulan de retorno en el canal de recirculación 34 tienen la temperatura d salida de la cámara de combustión, por ejemplo 1.300°C. La corriente de masas es de dos a cinco veces la corriente de masas de aire de alimentación, que circula a través de la entrada 6.

En la pared frontal 11, los gases que circulan de retorno son desviados radialmente y son aspirados por la corriente de aire fresco de alimentación con un efecto de inyección en el canal de reacción 26. Aquí se mezclan los gases de escape calientes con la corriente de aire fresco de alimentación. La temperatura de la mezcla está por encima de la temperatura de encendido del combustible alimentado, por ejemplo por encima de 720°C. El combustible alimentado

con el aire fresco se oxida totalmente, por lo tanto, tal vez sobre la longitud del tubo de guía 17 dentro del canal de reacción 26 sin configuración de fenómenos de llama. No aparecen picos de temperatura locales dentro del volumen de gas.

Después del calentamiento de la cámara de combustión 8 y de la reanudación del funcionamiento sin llama estable descrito se puede desconectar la instalación de pre-calentamiento 22. La oxidación sin llama se puede mantener en el modo de carga total y en el modo de carga parcial, con tal que se asegure que la cámara de combustión 8 se mantiene, en general, a una temperatura por encima de la temperatura de encendido del combustible y con tal que se mantenga el patrón de la circulación ilustrado. En éste, el tubo de guía 17 forma el centro de turbulencia superficial de la corriente de recirculación de espacio grande que se configura, que se extiende en forma de neumático o en forma toroidal. El centro de turbulencia está localizado, por lo tanto, estable coaxialmente al eje medio 14.

En una forma de realización alternativa ilustrada en la figura 5 de la cámara de combustión 5, se consigue la corriente de circulación solamente a través de la disposición de las toberas de aire 15 sobre la corona que se deduce a partir de la figura 4, la configuración y disposición del orificio 14 y, dado el caso, a través de la conformación de la pared 8. El canal de recirculación 34 y el canal de reacción 26 no están separados aquí uno del otro por estructuras internas opuestas, sino que se establecen a través de la circulación que se configura. El centro de turbulencia de la corriente de recirculación se indica con línea de trazos en 35 en la figura 5. Está concéntricamente al eje medio 16.

En otra forma de realización más desarrollada, en la salida 7 está dispuesto un catalizador de alta temperatura. Éste sirve para la aceleración de la reacción especialmente en zonas inferiores de la temperatura.

En las figuras 7 y 8 se ilustra una cámara de combustión 5 modificada. Ésta está configurada como cámara de combustión anular. Los signos de referencia utilizados hasta ahora se aplican de manera correspondiente a la descripción anterior. Las explicaciones siguientes se consideran complementarias.

La cámara de combustión 5 presenta un espacio interior 9 en forma de anillo, que está dispuesto concéntricamente al eje medio longitudinal 16 y está rodeado tanto con respecto al eje medio 16 como también hacia fuera desde la pared 8. Ésta puede pasar, como se indica en la figura 8, con curvatura favorable desde el punto de vista de la técnica de la circulación a las paredes frontales 11, 12. En la pared frontal 11 están dispuestas unas toberas de aire 15, que se encuentran sobre un círculo concéntrico al eje medio 16 (figura 7). La dirección de la circulación establecida por las toberas de aire 15 está esencialmente paralela al eje medio 16. La pared frontal 12 puede estar provista con un orificio 14 en forma de ranura anular o en su lugar con una serie de orificios 14 individuales dispuestos sobre una corona. La coronas exteriores, es decir, la limitación 36 que se encuentra radialmente más hacia el exterior está dispuesta radialmente hacia dentro hasta el punto de que el chorro de aire que sale desde la tobera de aire 15 incide radialmente más hacia fuera sobre la pared frontal 12. Con otras palabras, como en las formas de realización anteriores, la prolongación lineal imaginaria 37 de la tobera de aire 15 corta la pared frontal 12 fuera del orificio 14. De manera correspondiente, la circulación que sale desde la tobera de aire 15 es desviada delante de la salida 7 alrededor de 180° y circula en su mayor parte de retorno hacia la pared frontal 11, donde se desvía de nuevo alrededor de 180°. Se configura una circulación circunferencial de espacio grande, que conduce sobre toda su longitud a lo largo de la pared 8 de la cámara de combustión 5. El centro de turbulencia 35 está dispuesto concéntricamente al eje medio 16. Conduce aproximadamente en el centro a través del espacio interior 9. Como se indica con línea de trazos, Se puede establecer a través de una instalación de guía 17' o también solamente a través de la forma de la pared 8. Como en las formas de realización anteriores, tiene lugar una oxidación sin llama con reacción completa entre el combustible y el aire fresco alimentado en el camino desde la tobera de aire hacia la pared frontal 12, de manera que solamente se recirculan gases de escape.

Otra forma de realización de la cámara de combustión 5 de acuerdo con la invención se deduce a partir de las figuras 9 y 10. Las formas de realización relacionadas con las cámaras de combustión según las figuras 3 a 5 se aplican de manera correspondiente. Para completar se aplica lo siguiente:

La cámara de combustión 5 según la figura 9 trabaja con circulación inversa. Mientras que en las cámaras de combustión anteriores la entrada 6 y la entrada 7 están dispuestas en lados frontales 11, 12 opuestos entre sí de la cámara de combustión 5, la entrada 6 y la salida 7 están dispuestas en la cámara de combustión 5 según la figura 9 en uno y el mismo lado frontal 11 de la cámara de combustión 5. Esta forma de construcción es adecuada, por ejemplo, para turbinas de menor potencia. Se puede emplear típicamente en turbinas con compresor radial. Las toberas de aire 15 están dispuestas sobre un círculo, que rodea el orificio 14 previsto aquí en la pared frontal 11. Las toberas de aire 15 y el orificio 14 están dispuestos concéntricamente al eje medio 16. La circulación circunferencial que se configura (flechas en la figura 9) presenta de nuevo un centro de circulación 35 en forma de anillo colocado concéntricamente al eje medio 16. La corriente de circulación presenta una corriente de masas, que excede a la corriente de masas del aire fresco alimentado en dos a cinco veces.

En comparación con las formas de realización descritas anteriormente, la preferencia de esta forma de realización de la cámara de combustión 5 consiste en que casi todo el espacio interior 9 se utiliza como espacio de reacción. Tanto el recorrido desde la tobera de aire hacia la pared frontal 12 como también el recorrido desde la pared frontal

12 hacia la salida 14 se puede utilizar para la reacción del combustible. De esta manera, es posible una forma de construcción muy compacta.

5 En caso necesario, el centro 35 se puede establecer o estabilizar por medio de un tubo de guía 17. Además, la pared frontal 12, como se ilustra con línea de trazos en la figura 9, puede estar configurada curvada de forma toroidal, es decir, como canal que se extiende alrededor del eje medio 16.

10 Una cámara de combustión 5 instalada para una turbina de gas está instalada para la oxidación sin llama de combustibles. A tal fin, presenta un espacio interior 9, en el que se ajusta una corriente de recirculación de espacio grande. Ésta alimenta al aire introducido una corriente de gases de escape calientes, cuya corriente de masas excede la corriente de aire fresco. El aire fresco y el combustible son alimentados a la cámara de combustión aproximadamente paralelos a la pared en la misma dirección.

REIVINDICACIONES

- 1.- Turbina de gas con un compresor (2), con una turbina (3) y con al menos una cámara de combustión (5) concéntrica al eje central para la oxidación sin llama de combustible, que rodea un volumen interior (9) abarcado, en general, por una circulación circunferencial que se configura, y que presenta una entrada (6, 15) que establece una dirección de entrada del aire (24, 25), que está conectada en el compresor (2), una salida (7, 14), que está conectada en la turbina (3) y una instalación de alimentación de combustible (18), que establece una dirección de introducción del combustible (24, 25), caracterizada porque la entrada (6, 15) comprende varias toberas de aire, en la que la instalación de alimentación de combustible comprende varias toberas de combustible, y en la que las toberas de combustible (19) establecen la dirección de entrada de combustible (24, 25) y las toberas de aire (15) de forma esencialmente coincidente la dirección de entrada del aire (24, 25) y están dispuestas con un radio (A) con respecto al eje medio (16) de la cámara de combustión (5), que es mayor que el radio del orificio (14), que forma la salida (7).
- 2.- Turbina de gas de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque las secciones transversales de la entrada (6, 15) y de la salida (7, 14) y la geometría del espacio interior (9) de la cámara de combustión (5) están adaptadas entre sí de tal forma que la corriente de masas de la corriente de gas que circula en el espacio interior es mayor que el doble de la corriente de masas conducido a la entrada (6, 15).
- 3.- Turbina de gas de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque las secciones transversales de la entrada (6, 15) y de la salida (7, 14) y la geometría del espacio interior (9) de la cámara de combustión (5) están adaptadas entre sí de tal forma que la corriente de masas de la corriente de gas que circula en el espacio interior es menor que cinco veces la corriente de masas conducida a la entrada (6, 15).
- 4.- Turbina de gas de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque la entrada (6, 15) comprende varias toberas de aire (15), que están dispuestas adyacentes en una serie.
- 5.- Turbina de gas de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizada porque cada tobera de aire (15) presenta una sección que se proyecta sobre la pared (11).
- 6.- Turbina de gas de acuerdo con la reivindicación 4, caracterizada porque las toberas de aire (15) presentan una alineación coincidente.
- 7.- Turbina de gas de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque la cámara de combustión (5) está configurada cilíndrica y porque las toberas de aire (15) están dispuestas en un círculo, que está dispuesto concéntrico a la cámara de combustión (5).
- 8.- Turbina de gas de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque la cámara de combustión (5) está configurada en forma de anillo circular.
- 9.- Turbina de gas de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque la corriente de recirculación solamente presenta un único centro de turbulencia (35).
- 10.- Turbina de gas de acuerdo con la reivindicación 9, caracterizada porque el centro de turbulencia (35) está sobre una línea o superficie curvada.
- 11.- Turbina de gas de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque la cámara de combustión (5) presenta una instalación de pre-calentamiento (22).
- 12.- Turbina de gas de acuerdo con la reivindicación 1, caracterizada porque en el espacio interior (9) está dispuestas una instalación de guía (17), que divide el espacio interior (9) en un canal de mezcla y un canal de reacción (26) y un canal de retorno de la corriente (34).

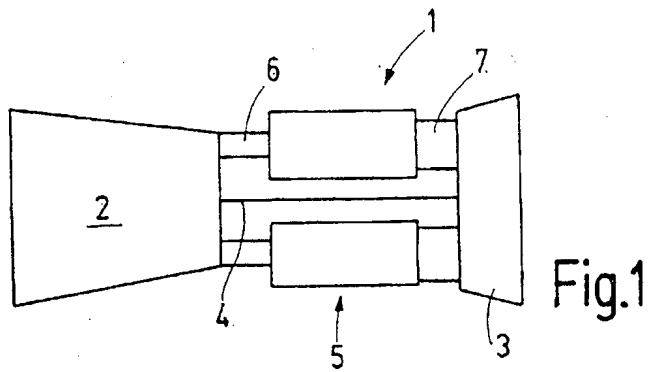


Fig.1

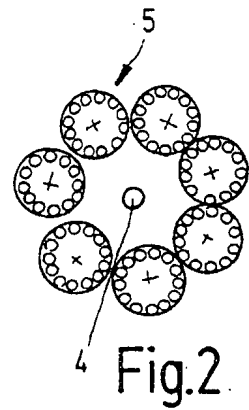


Fig.2

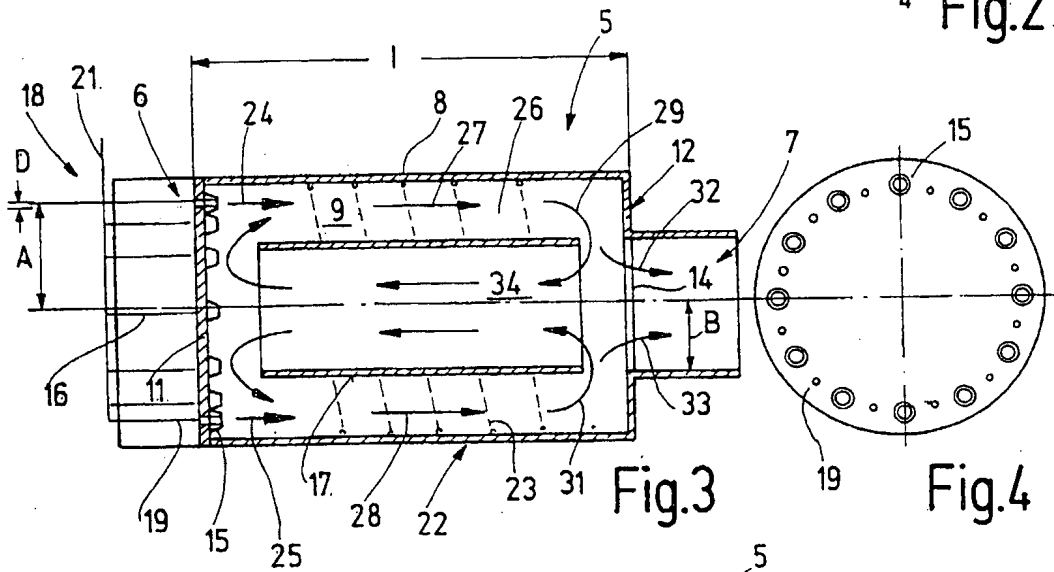


Fig.3

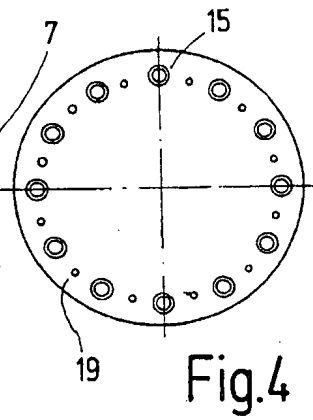


Fig.4

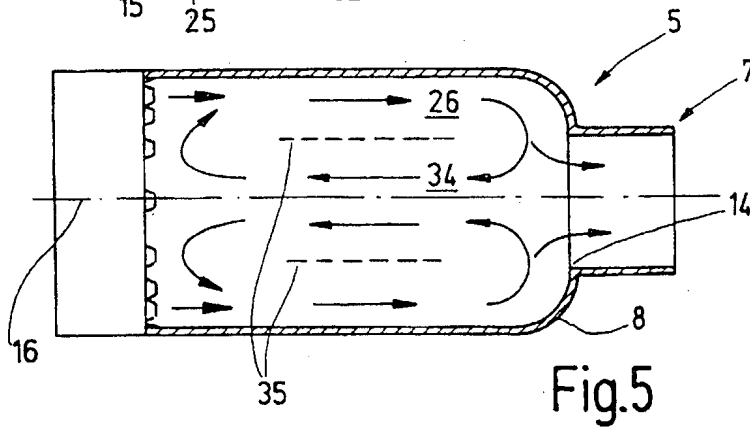


Fig.5

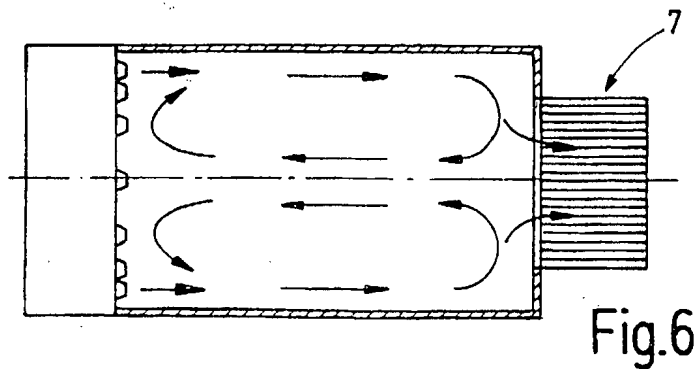


Fig.6

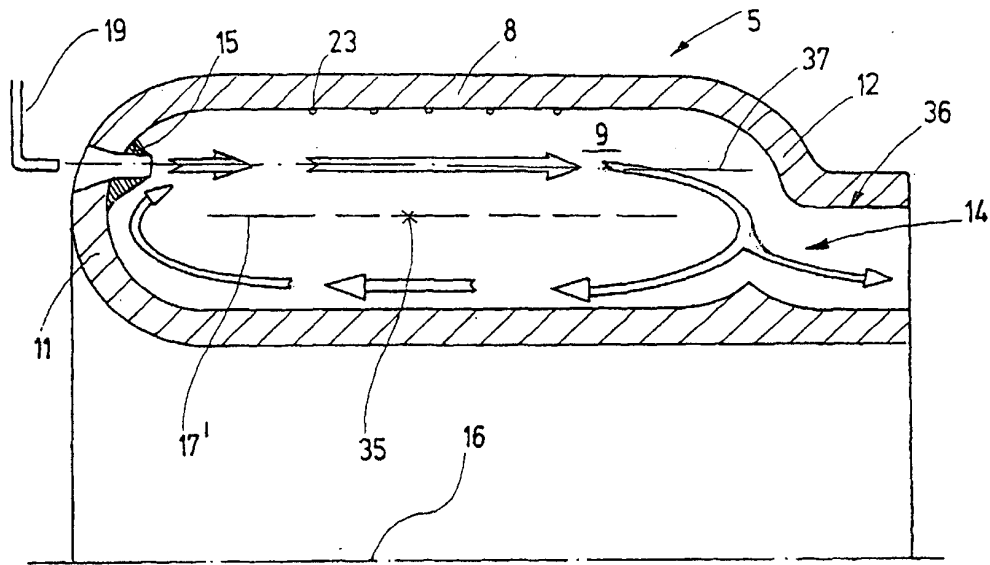


Fig. 8

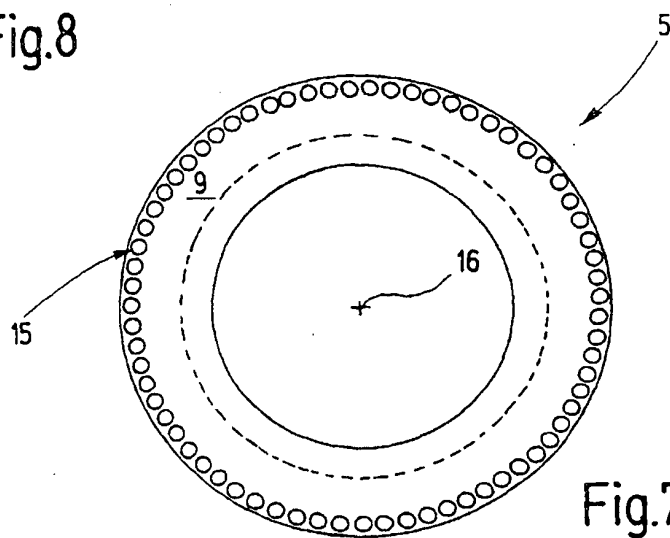


Fig. 7

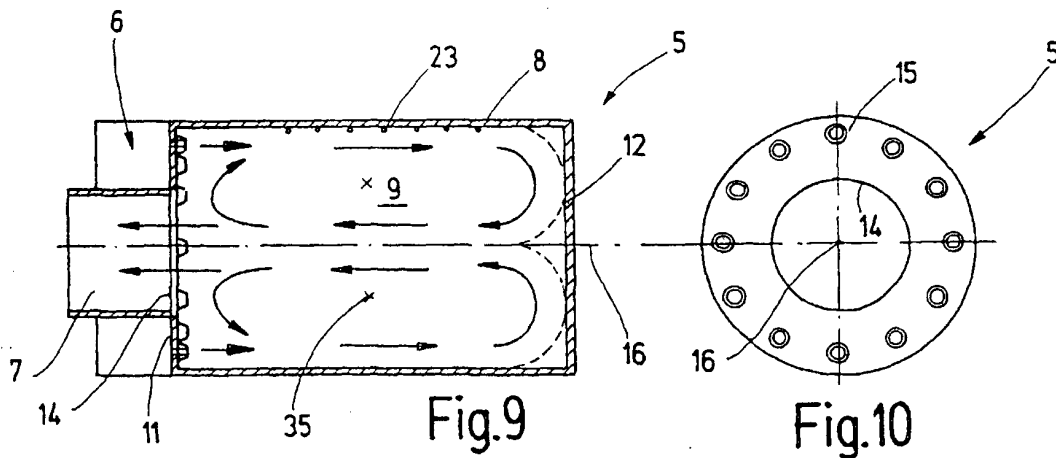


Fig. 9

Fig. 10