



19



OFICINA ESPAÑOLA DE
PATENTES Y MARCAS

ESPAÑA

11 Número de publicación: **2 346 865**

51 Int. Cl.:
F23M 99/00 (2010.01)
F23R 3/28 (2006.01)
F23R 3/14 (2006.01)

12

TRADUCCIÓN DE PATENTE EUROPEA

T3

96 Número de solicitud europea: **03743358 .8**
96 Fecha de presentación : **28.02.2003**
97 Número de publicación de la solicitud: **1481195**
97 Fecha de publicación de la solicitud: **01.12.2004**

54 Título: **Quemador, método para operar un quemador y turbina de gas.**

30 Prioridad: **07.03.2002 EP 02005136**

45 Fecha de publicación de la mención BOPI:
21.10.2010

45 Fecha de la publicación del folleto de la patente:
21.10.2010

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

72 Inventor/es: **Flohr, Patrick;**
Krebs, Werner y
Schulze, Günther

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

ES 2 346 865 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

Quegador, método para operar un quemador y turbina de gas.

La presente invención hace referencia a un quemador con un canal del quemador, en el que puede ser introducido aire de combustión en una posición de entrada de aire, y combustible en una posición de entrada de combustible, de modo que la posición de entrada de combustible se ubica aguas abajo de la posición de entrada de aire y, donde el aire de combustión puede mezclarse con el combustible en el canal del quemador y, a continuación, puede ser introducido en una zona de combustión. Particularmente, el quemador se encuentra conformado como el quemador de una turbina de gas. La presente invención hace referencia también a un método para operar un quemador semejante, así como una turbina de gas, en particular con una cámara de combustión anular.

En sistemas de combustión como turbinas de gas, motores de aviones, motores cohete e instalaciones de calefacción pueden llegar a producirse oscilaciones de combustión inducidas termoacústicamente. Éstas se originan a través de la interacción de la llama de combustión y del intercambio de calor asociado a ésta, con fluctuaciones de presión acústicas. Mediante una excitación acústica puede oscilar la posición de la llama, la superficie frontal de la llama o la estructura de la mezcla, lo que por otra parte conduce a variaciones en el intercambio de calor. En una interferencia en fase de onda constructiva puede producirse una retroacción positiva y una intensificación de la llama. Una oscilación de combustión puede conducir a molestias considerables de origen sonoro y a deterioros generados por las vibraciones.

Estas inestabilidades ocasionadas termoacústicamente se ven influenciadas fundamentalmente por las propiedades acústicas de la cámara de combustión y mediante las condiciones de limitación espacial presentes en la entrada de combustión y en la salida de combustión, así como en las paredes de la cámara de combustión. Las propiedades acústicas pueden ser modificadas a través de la instalación de resonadores de Helmholtz.

La solicitud WO 93/10401 A1 muestra una dispositivo para la supresión de oscilaciones de combustión en una cámara de combustión de una instalación de una turbina de gas. Un resonador de Helmholtz se encuentra unido reotécnicamente a una línea de alimentación de combustible. Las propiedades acústicas de la línea de alimentación, así como del sistema compuesto acústico, son así modificadas de modo tal, que las oscilaciones de combustión son suprimidas. Se ha comprobado, igualmente, que esta medida no es suficiente en todos los estados de funcionamiento, puesto que también pueden producirse oscilaciones de combustión en la línea de combustible durante la supresión de oscilaciones.

La solicitud US-A-6 058 709 sugiere, para evitar oscilaciones de combustión, introducir combustible en posiciones axialmente diferentes en el canal de combustión de un quemador. De este modo, con respecto a la formación de oscilaciones de combustión, posiciones oscilatorias en fase de ondas constructivas se superponen con posiciones de onda en fase destructivas en la propia estructura de la mezcla, de modo que en su conjunto se produce una menor cantidad de oscilaciones y, con ello, a una propensión redu-

cida con respecto a la formación de oscilaciones de combustión. Esta medida, sin embargo, es costosa en cuanto al equipamiento, en comparación con una medida puramente pasiva del empleo de resonadores de Helmholtz.

En la solicitud EP 0 597 138 A1 se describe la cámara de combustión de una turbina de gas, la que presenta resonadores de Helmholtz enjuagados con aire en la zona de los quemadores. A través de estos resonadores es absorbida energía de oscilación por las oscilaciones de combustión producidas en la cámara de combustión y, de este modo las oscilaciones de combustión son amortiguadas.

Otra medida para el amortiguamiento de las oscilaciones de combustión se muestra en la solicitud EP 1 004 823 A2. En este caso, el resonador de Helmholtz se encuentra unido directamente a la zona de mezcla del quemador. Se hace hincapié y también se revela, exclusivamente, que el resonador debe ser instalado aguas arriba de la alimentación de combustible, puesto que las oscilaciones de combustión originadas en el quemador y también provocadas a través de las líneas de alimentación, deben ser absorbidas a través del resonador.

Es objeto de la presente invención el indicar un quemador de una turbina de gas con una propensión particularmente reducida a la formación de oscilaciones de combustión. Otro objeto de la invención consiste en indicar un método para operar un quemador de una turbina de gas, a través del que sean evitadas en forma eficaz las oscilaciones de combustión. Finalmente, es también objeto de la presente invención el indicar una turbina de gas con una propensión particularmente reducida a la formación de oscilaciones de combustión.

Conforme a la invención, el objeto referido a un quemador de una turbina de gas se alcanzará a través de la indicación de un quemador de una turbina de gas con un canal del quemador, en el que pueden ser introducidos aire de combustión en una posición de entrada de aire, y combustible, en una posición de entrada de combustible, donde la posición de entrada de combustible se encuentra ubicada aguas abajo de la posición de entrada de aire y donde el aire de combustión y el combustible puede ser mezclados en el canal del quemador y, a continuación, pueden ser introducidos en una zona de combustión, donde un resonador de Helmholtz se encuentra unido en forma directa reotécnicamente al canal del quemador en una posición del resonador aguas abajo de la posición de entrada de combustible y aguas arriba de la zona de combustión, de modo que se interrumpe en gran parte el acoplamiento entre las fluctuaciones de la proporción de aire y las oscilaciones de combustión.

La proporción de aire es una magnitud bien conocida en la ingeniería de la combustión y caracteriza en forma proporcional la composición de la mezcla formada por aire de combustión y combustible a través de la relación de concentraciones.

Con la presente invención, por primera vez, se toma un nuevo camino, el cual consiste en no sólo amortiguar una oscilación de combustión a través de un resonador de Helmholtz, sino también en contrarrestar también una causa fundamental para la producción de la oscilación de combustión: las fluctuaciones de la proporción de aire. La fluctuación de la proporción de aire, a través de intercambios de calor inhomogéneos temporalmente, conduce a impulsos acústicos,

los que pueden conducir, de acuerdo al modo descrito anteriormente, a una retroacción y a la formación de una oscilación de combustión. Al ser dispuesto el resonador de Helmholtz aguas abajo de la entrada de combustible se reducen las perturbaciones acústicas en la posición de entrada de combustible y, con ello, las fluctuaciones de la proporción de aire. Más allá de la absorción pura de energía de oscilación, el resonador de Helmholtz en esta posición del resonador es capaz de evitar la formación de la oscilación de combustión. De este modo se logra un medio mucho más efectivo contra las oscilaciones de combustión.

En forma preferente, el canal del quemador rodea al canal central como un canal anular, a través del que, en forma separada del canal anular, pueden ser suministrados combustible y aire de combustión a la zona de combustión, de modo que el resonador de Helmholtz, igualmente, rodea en forma anular al canal anular.

De este modo, el resonador puede actuar completamente y en forma simétrica sobre el canal anular. De esta manera son evitadas distribuciones no uniformes de la temperatura. A su vez, a través de la posición aguas abajo de la alimentación de combustible, el resonador puede actuar directamente sobre el punto de mayor intercambio de calor, lo que conduce a un efecto especialmente elevado del resonador.

El quemador, en particular, puede consistir en un quemador combinado de difusión y de premezcla. De esta manera, en el canal anular, como canal de premezcla, el combustible es mezclado íntimamente con el aire de combustión. El canal central se encuentra conformado como un quemador de difusión, en el que aire y combustible son mezclados, en primer lugar, fundamentalmente en la zona de combustión. Un quemador de premezcla puede quemar poco combustible en poco aire a través de una así llamada combustión pobre y presenta, de este modo, reducidas emisiones de óxido de nitrógeno. Sin embargo, la combustión pobre, frecuentemente, es inestable y es propensa en alto grado a la formación de oscilaciones de combustión. El resonador de Helmholtz anular las contrarresta. El quemador de difusión quema una mezcla rica y, en caso necesario, estabiliza la combustión de premezcla, sin embargo, a expensas de una mayor cantidad de emisiones de óxido de nitrógeno.

El canal del quemador puede también encontrarse realizado como un canal central y estar rodeado por un canal anular, a través del que, en forma separada del canal central, pueden ser suministrados combustible y aire de combustión a la zona de combustión, de modo que el resonador de Helmholtz rodea en forma anular al canal central.

En una conformación especialmente preferente, tanto en el canal anular como en el canal central pueden encontrarse dispuestos resonadores de Helmholtz, respectivamente aguas abajo de la alimentación de combustible.

En el canal del quemador, preferentemente, se encuentran dispuestos álabes torsionados aguas arriba de la posición del resonador. A través de álabes torsionados semejantes se produce una torsión que estabiliza la combustión. Preferentemente, el combustible puede ser introducido por los álabes torsionados.

Preferentemente, a través del resonador de Helmholtz, las oscilaciones de combustión pueden ser absorbidas o reflectadas. Mientras que los resonadores tradicionales actúan exclusivamente a través de una

absorción, de acuerdo al concepto de la presente invención, un efecto reflectante del resonador de Helmholtz reduce las oscilaciones de combustión, puesto que, tal como se ha explicado anteriormente, una reflexión conduce a una reducción de las perturbaciones acústicas en la entrada de combustible y, con ello, a una reducción de las fluctuaciones de la proporción de aire.

En forma preferente, el resonador de Helmholtz presenta un volumen regulable. A través de éste pueden ser reguladas las propiedades acústicas y, con ello, ser también coordinado el sistema compuesto. Es también posible pensar en una regulación de la presión, por ejemplo del aire, en el volumen del resonador, lo que a su vez modifica las propiedades acústicas y lo que incluso podría ser regulado durante el funcionamiento.

Preferentemente, el resonador de Helmholtz presenta un volumen del resonador y, mediante una boca del resonador, se encuentra unido al canal del quemador, de modo que la boca del resonador se extiende dentro del volumen del resonador a través de un tubo pequeño. Asimismo, de manera preferente, varios tubos pequeños se extienden en el resonador de volumen. Sin embargo, el volumen interno del resonador es apenas modificado. Las dimensiones externas del resonador pueden, de esta manera, ser minimizadas. Los tubos pequeños pueden ser realizados de forma alabeada, para así presentar una distancia suficiente con respecto a las paredes. A través de la modificación de la longitud de los tubos pequeños, el dispositivo amortiguador puede ser regulado en diferentes frecuencias, producidas en el sistema de combustión. A su vez, las dimensiones externas del resonador y, con ello, del suplemento del quemador, así como la superficie de la sección transversal completa, no deben ser modificadas. La ventaja más importante consiste en el hecho de que para amortiguar frecuencias bajas, con la ayuda de los tubos pequeños extendidos dentro, puede renunciarse a una amplificación del volumen del resonador.

Conforme a la invención, el objeto referido a una turbina de gas se alcanzará a través de la referencia a una turbina de gas con un quemador de turbina de gas de acuerdo a una de las ejecuciones descritas anteriormente.

Las ventajas de una turbina de gas semejante corresponden a las ventajas anteriormente descritas, referidas al quemador de una turbina de gas conforme a la invención. Las oscilaciones de combustión, en una turbina de gas, son particularmente perturbadoras y perjudiciales, a causa de generar elevadas densidades de potencia. En forma preferente, además, la turbina de gas presenta una cámara de combustión anular. En una cámara de combustión anular, pueden producirse fácilmente serias oscilaciones de combustión a través del considerable espacio de combustión acoplado.

Conforme a la invención, el objeto referido al método se alcanzará a través de un método para operar un quemador de una turbina de gas con un canal del quemador, método en el que aire de combustión es introducido en una posición de entrada de aire y el combustible es introducido en una posición de entrada de combustible, la que se encuentra aguas abajo de la posición de entrada de aire y donde el aire de combustión se mezcla con el combustible en el canal del quemador y, a continuación, es introducido en una zo-

na de combustión, de modo que el acoplamiento entre fluctuaciones de la proporción de aire y oscilaciones de combustión se interrumpe en gran parte debido a que un resonador de Helmholtz se encuentra unido en forma directa, reotécnicamente, al canal del quemador en una posición del resonador aguas abajo de la posición de entrada de combustible y aguas arriba de la zona de combustión, de modo que oscilaciones de combustión no penetran tanto como para alcanzar la posición de entrada de combustible.

Las ventajas de un método semejante corresponden a las ejecuciones anteriormente mencionadas con respecto a las ventajas del quemador.

La presente invención es explicada a modo de ejemplo y esquematizada en forma parcial mediante los dibujos. Éstos muestran:

Figura 1: un método para reducir oscilaciones de combustión,

Figura 2: un quemador de una turbina de gas,

Figura 3: una turbina de gas,

Figura 4: un resonador de Helmholtz.

Los mismos signos de referencia presentan el mismo significado en las diferentes figuras.

La figura 1 muestra en forma esquemática un quemador 1 y un método para operar el quemador 1. El quemador 1 presenta un canal 3 del quemador. El canal 3 del quemador desemboca en una cámara de combustión 5. En una posición 7 de entrada de aire es introducido aire de combustión 9 en el canal 3 del quemador. En una posición 10 de entrada de combustible, ubicada aguas debajo de la posición 7 de entrada de aire, es introducido combustible 1, en especial gas natural, en el canal 3 del quemador. Esto tiene lugar mediante orificios de descarga 15 en los álabes torsionados 13, los que se encuentran dispuestos en el canal 3 del quemador y, a través de la generación de un área de reflujo, conducen a una estabilización de la combustión. La mezcla 17 producida a partir de aire de combustión 9 y combustible 11 es a continuación quemada en la cámara de combustión 5.

Un resonador de Helmholtz 19, en una posición 26 del resonador, se encuentra unido directamente reotécnicamente al canal 3 del quemador. El resonador de Helmholtz 19 presenta un volumen 23 del resonador. El volumen 23 del resonador puede ser regulado a través de un pistón 25.

Durante la combustión en una zona 27 de combustión en la cámara de combustión 5, a través de un intercambio de calor no uniforme, pueden producirse pulsos acústicos, los que por su parte, de acuerdo a la reflexión en las paredes circundantes, pueden ocasionar un intercambio de calor no uniforme. En caso de producirse una superposición de ondas en concordancia de fase puede conducir a la formación de una oscilación 29 de combustión, la que también penetra en el canal 3 del quemador. Una causa fundamental para la generación de un intercambio de calor no uniforme reside en las fluctuaciones de la proporción de aire, que pueden ser ocasionadas mediante perturbaciones acústicas en la zona de la posición 10 de la entrada de combustible. En la posición 26 del resonador las propiedades acústicas del canal 3 del quemador son modificadas de tal modo que una oscilación 29 de combustión no penetra hasta la posición 10 de entrada de combustible. De este modo se logra una neutralización de las fluctuaciones de la proporción de aire en la posición 10 de entrada de combustible y de las oscilaciones de combustión 29. De este modo, a través

de un resonador de Helmholtz 19, por primera vez se erradica una causa para la producción de una oscilación 29 de combustión y la amplitud de dichas oscilaciones 29 de combustión es amortiguada a través de absorción de ondas.

En la figura 2 se representa un quemador 1 de una turbina de gas. El canal 3 del quemador rodea un canal central 41 como un canal anular 30. El canal anular 30 se encuentra realizado como un canal de premezcla, en el cual combustible 11 y aire de combustión 9 son mezclados íntimamente. Esto es denominado como combustión de premezcla. El combustible 11 es introducido en el canal anular 30 por álabes torsionados 13 realizados ahuecados. El canal central 41 desemboca en una zona 27 de combustión, conjuntamente con una lanza de combustible 45, el combustible 47, en especial aceite, introducido mediante una boquilla de turbulencia 47. En este caso, el combustible 11 y el aire de combustión 9 son primero mezclados en la zona 27 de combustión, tratándose de una combustión de difusión. En el canal central 41, sin embargo, aguas arriba de la zona 27 de combustión, puede agregarse combustible 11, en especial gas natural, mediante una entrada de combustible 43. El canal anular 30 se encuentra rodeado en forma anular por un resonador de Helmholtz 19, el que se encuentra unido directamente, reotécnicamente, al canal anular 30 mediante bocas del resonador 21 conformadas a modo de orificios. El canal 41, por un resonador de Helmholtz 20, se encuentra también unido directamente, reotécnicamente, al canal central 41 mediante bocas del resonador 22 conformadas a modo de orificios. En ambos casos, el respectivo resonador de Helmholtz 19, 20 se encuentra dispuesto aguas debajo de la respectiva posición 10 de entrada de combustible, produciendo el efecto descrito anteriormente. Un resonador adicional 31, para una amortiguación adicional de oscilaciones 29 de combustión, se encuentra unido directamente reotécnicamente al canal central 41 mediante una boca del resonador 33 conformada como una ranura.

En la figura 3 se encuentra ilustrada una turbina de gas 51. La turbina de gas 51 presenta un compresor 53, una cámara de combustión anular 55 y un componente de la turbina 57. El aire 58 es suministrado al compresor 53 desde el ambiente y allí es altamente comprimido en aire de combustión 9. A continuación, el aire de combustión 9 es conducido a la cámara de combustión anular 55. Mediante el quemador 1 de turbina de gas, de la clase descrita anteriormente, este aire es quemado allí con el combustible 11, produciendo un gas caliente 59. El gas caliente 59 acciona el componente de la turbina 57.

La figura 4 muestra un resonador de Helmholtz 19 con un volumen del resonador 23 y una boca del resonador 21, compuesta por varias perforaciones 21A. Cada perforación 21A continúa en el volumen del resonador 23 mediante un respectivo tubo pequeño 61. Los tubos pequeños 61, por tanto, se extienden dentro del volumen del resonador 23. El volumen interno del resonador es apenas modificado. Las dimensiones externas del resonador 19 son, de este modo, minimizadas. Los tubos pequeños 61 pueden ser realizados en forma alabeada, para así presentar una distancia suficiente con respecto a las paredes. A través de la modificación de la longitud de los tubos pequeños 61, el dispositivo amortiguador puede ser regulado en diferentes frecuencias, producidas en el sistema de combustión. A su vez, las dimensiones externas del

resonador 19 y, con ello, del suplemento del quemador, así como la superficie de la sección transversal completa, no deben ser modificadas. La ventaja más importante consiste en el hecho de que para amortiguar frecuencias bajas, con la ayuda de los tubos pequeños 61 extendidos dentro, puede renunciarse a una

5

amplificación del volumen del resonador 19. Mediante aberturas de entrada de aire 62, el resonador 19 es enjuagado con aire. De esta manera es posible, por una parte, una refrigeración del resonador 19 y, por otra parte, la impedancia del resonador 19 puede ser regulada mediante el volumen de paso de aire.

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

60

65

REIVINDICACIONES

1. Quemador (1) de una turbina de gas con un canal (3) del quemador, en el que puede ser introducido aire de combustión (9) en una posición (7) de entrada de aire, y el combustible (11) puede ser introducido en una posición (10) de entrada de combustible, donde la posición (10) de entrada de combustible se encuentra ubicada aguas abajo de la posición (7) de entrada de aire y donde el aire de combustión (9) y el combustible (11) pueden ser mezclados en el canal (3) del quemador y, a continuación, pueden ser introducidos en una zona (27) de combustión, **caracterizado** porque un resonador de Helmholtz (19), se encuentra unido en forma directa reotécnicamente al canal (3) del quemador en una posición del resonador (26) aguas abajo de la posición (10) de entrada de combustible y aguas arriba de la zona (27) de combustión, de modo que se interrumpe en gran parte el acoplamiento entre las fluctuaciones de la proporción de aire y las oscilaciones (29) de combustión.

2. Quemador (1) de una turbina de gas conforme a la reivindicación 1, donde el canal (3) del quemador se encuentra realizado como un canal anular (30) y rodea a un canal central (41) mediante el cual, en forma separada del canal anular (30), pueden ser introducidos combustible (11) y aire de combustión (9) en la zona (27) de combustión, de modo que el resonador de Helmholtz (19) rodea igualmente al canal anular (30) en forma anular.

3. Quemador (1) de una turbina de gas conforme a la reivindicación 1, donde el canal (3) del quemador se encuentra realizado como un canal central (41) y se encuentra rodeado por un canal anular (30), mediante el cual, en forma separada del canal central (41), pueden ser introducidos combustible (11) y aire de combustión (9) en la zona (27) de combustión, de modo que el resonador de Helmholtz (19) rodea al canal central (41) en forma anular.

4. Quemador (1) de una turbina de gas conforme a la reivindicación 3, donde el canal anular (30) se encuentra conectado en forma directa, reotécnicamente, a otro resonador de Helmholtz (19), el que rodea en forma anular al canal anular (30), dicha conexión se encuentra realizada aguas abajo de la posición (10) de entrada de combustible, la que desemboca en el canal anular (30).

5. Quemador (1) de una turbina de gas conforme a una de las reivindicaciones precedentes, donde se encuentran dispuestos álabes torsionados (13) aguas arriba de la posición del resonador (26) en el canal

anular (3).

6. Quemador (1) de una turbina de gas conforme a la reivindicación 5, donde el combustible (11) puede ser introducido por los álabes torsionados (13).

7. Quemador (1) de una turbina de gas conforme a una de las reivindicaciones precedentes, donde oscilaciones (29) de combustión pueden ser absorbidas a través del resonador de Helmholtz (19).

8. Quemador (1) de una turbina de gas conforme a una de las reivindicaciones precedentes, donde oscilaciones (29) de combustión pueden ser reflectadas a través del resonador de Helmholtz (19).

9. Quemador (1) de una turbina de gas conforme a una de las reivindicaciones precedentes, donde el resonador de Helmholtz (19) presenta un volumen (23) del resonador que es regulable.

10. Quemador (1) de una turbina de gas conforme a una de las reivindicaciones precedentes, donde el resonador de Helmholtz (19) presenta un volumen (23) del resonador que es regulable y se encuentra unido a un canal (3) del quemador mediante una boca (21) del resonador, de modo que la boca (21) del resonador se extiende dentro del volumen (23) del resonador mediante un tubo pequeño (61).

11. Turbina de gas (51) con un quemador (1) de una turbina de gas conforme a una de las reivindicaciones precedentes.

12. Turbina de gas (51) conforme a la reivindicación 11 con una cámara de combustión anular (55).

13. Método para operar un quemador (1) de una turbina de gas con un canal (3) del quemador, método en el que aire de combustión (9) es introducido en una posición (7) de entrada de aire y el combustible (11) es introducido en una posición (10) de entrada de combustible, la que se encuentra aguas abajo de la posición (7) de entrada de aire y donde el aire de combustión (9) se mezcla con el combustible (11) en el canal (3) del quemador y, a continuación, es introducido en una zona (27) de combustión, **caracterizado** porque el acoplamiento entre las fluctuaciones de la proporción de aire y las oscilaciones (29) de combustión se interrumpe en gran parte debido a que un resonador de Helmholtz (19) se encuentra unido en forma directa, reotécnicamente, al canal (3) del quemador en una posición del resonador (26) aguas abajo de la posición (10) de entrada de combustible y aguas arriba de la zona (27) de combustión, de modo que oscilaciones (29) de combustión no penetran tanto como para alcanzar la posición (10) de entrada de combustible.

55

60

65

FIG 1

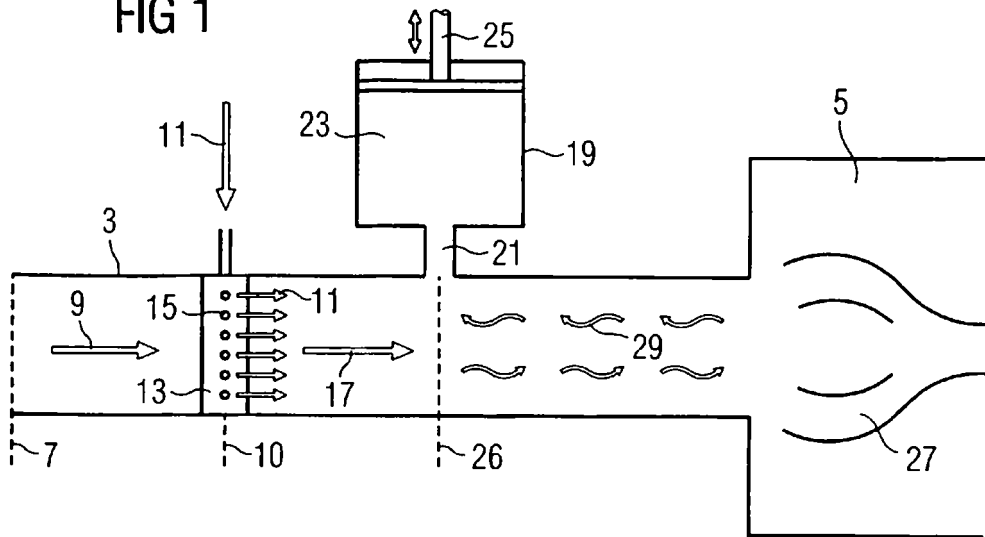


FIG 3

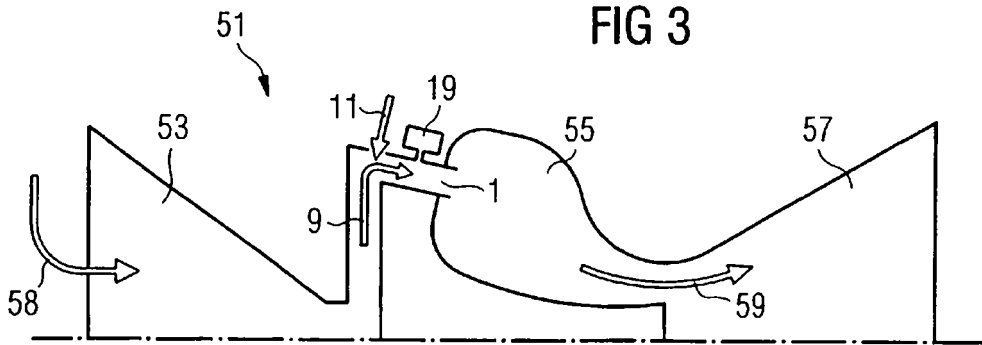


FIG 4

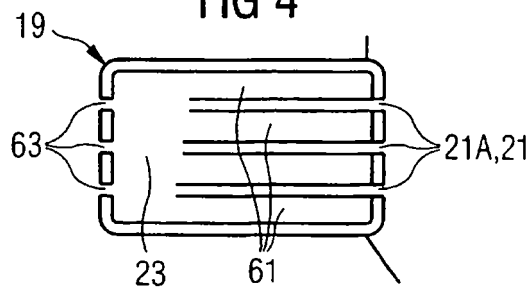


FIG 2

